

FORTSCHRITTE DER MINERALOGIE

Herausgegeben
von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft
unter der Redaktion von

Dr. W. Kleber

Professor an der Humboldt-Universität Berlin

33. Band
(Jahrgang 1955)
Heft 2

Mit 10 Abbildungen und 6 Tabellen im Text



STUTTGART 1955

E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
(NÄGELE u. OBERMILLER)

Fortschr. Min.

33

2

I-IV, 113-183, 1-13

Stuttgart, August 1955

Die „Fortschritte der Mineralogie“ werden von der „Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (e. V.)“ herausgegeben, deren Zweck es ist, Mineralogie, Kristallographie, Kristallchemie, Kristallphysik, Petrographie, Lagerstättenkunde und Geochemie in Lehre und Forschung zu fördern und die persönlichen und wissenschaftlichen Beziehungen der Mitglieder zueinander zu pflegen. Innerhalb der DMG besteht eine besondere „Sektion für Kristallkunde“. Mitglieder der DMG können alle Personen werden, die sich mit Mineralogie, Lagerstättenkunde und Geochemie oder verwandten Gebieten beschäftigen. Jedes Mitglied kann sich für Zugehörigkeit zur Sektion für Kristallkunde entscheiden.

Der Mitgliedsbeitrag, für den jeweils ein Jahresband der „Fortschritte“ geliefert wird, ist für das Geschäftsjahr 1955 auf DM 15.— (für Studenten auf DM 7.50) festgesetzt worden (Konto der DMG 1670 bei der Sparkasse Krefeld, Hauptzweigstelle Krefeld-Ürdingen, Postscheckkonto der Sparkasse: Köln 200 64).

Es ist beabsichtigt, die vergriffenen Bände 24 und 25 der Fortschritte für Mineralogie neu zu drucken, vorausgesetzt, daß genügend Bestellungen eingehen. Interessenten werden gebeten, Bestellungen direkt an Herrn Prof. Dr. F. Heide, Jena, Mineralogisches Institut der Universität, zu richten.

FORTSCHRITTE DER MINERALOGIE

Herausgegeben
von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft
unter der Redaktion von

Dr. W. Kleber

Professor an der Humboldt-Universität Berlin

33. Band
(Jahrgang 1954/55)

Mit 62 Abbildungen und 28 Tabellen im Text



STUTTGART 1955

E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
(NÄGELE u. OBERMILLER)

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

Jegliche Vervielfältigung einschließlich photomechanischer Wiedergabe
der in dem Heft enthaltenen Beiträge nur mit ausdrücklicher Genehmigung
durch den Verlag

Bd. 33, Heft 1 (S. 1—111) ausgegeben im Dezember 1954

Bd. 33, Heft 2 (S. 113—183 u. Anhang S. 1—13) ausgegeben im August 1955

Druck von Ernst Klett, Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

Abhandlungen

F. STÖCKMANN: Halbleiter	1
J.-E. HILLER: Magnetismus und Kristallstruktur bei Mineralien	155

Allgemeines

Bericht über die 32. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 16.—22. September 1954 in Mainz	113
Bericht über die 3. Sitzung des Tonmineralausschusses am 17. September 1954 in Mainz	117
Bücherei der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft im Mineralogischen Institut der Universität Frankfurt	181

Referate und Diskussionsbemerkungen

W. NOWACKI und H. BÜRKI: Die Kristallstruktur der purinanalen Verbindung Xanthazol-Monohydrat	121
W. NOWACKI: Über die Anzahl verschiedener Raumgruppen	121
E. A. JUMPERTZ: Die Elektronendichteverteilung in der Zinkblende	121
W. SCHILLY: Untersuchungen zur Farbe des Rubins	122
H. ZUR STRASSEN: Über chemische Grundreaktionen der Zementerhärtung	123
P. NEY: Reaktionen im festen Zustand beim Erhitzen von Glimmer-Kalk-Gemischen	123
F. TROJER: Die mikroskopische Bestimmung oxydischer Mineralphasen in anorganischen Industrieprodukten	124
H. E. SCHWIETE: Einfluß der Glasphase auf technische Eigenschaften von Schamottesteinen	125
L. STEGMÜLLER: Die Bedeutung der wichtigsten Lehmmineralien für die Ziegelerstellung	126
R. GRENGG: Über hochquellbare seifige Erden (Bentonite) Siebenbürgens	126
E. NEUWIRTH: Zur Verwitterung des Biotit	128
O. E. RADCEWSKI: Mineralbestand und Eigenschaften einiger feuerfester Tone	128
H. U. BAMBAUER und C. H. SCHMITT: Ein neuer Lapislazuli-farbiger synthetischer Schmuckstein	130
H. QUIRING: Die Herkunft des Bernsteins im Grabe des TUTANCHAMON (1358 bis 1351)	130
S. RÖSCH: Ein römisches Bergkristall-Artefakt aus Reichenhall	132
T. F. W. BARTH: Permische Eruptiva des Oslogebietes	132
G. A. MACDONALD: Das Hawaii-Vulkan-Observatorium	133
H. HENTSCHEL: Über Bildungsbedingungen vulkanischer Tuffe	141
G. FRENZEL: Die Eisenerzminerale in natürlich erhitzten Vulkaniten	142
R. PIERUCCINI: Der Einfluß der lokalen physikalischen Veränderungen auf den geochemischen Prozeß der Bildung der roten und grauen Tiefsetone, erläutert am Beispiel des apenninischen „Splittersteines“ und der mesozoischen, hornsteinführenden Kalke	144
G. REIN: Modalbestand und Intrusionsform eines Granitplutons (Malsburggranit, Schwarzwald)	145
K. H. WEDEPOHL: Einige Untersuchungen zur Geochemie des Bleis	145

	Seite
A. THAER: Lichtmikroskopische Mineralbestimmung in Feinstäuben	146
C.-D. WERNER: Anwendung und Genauigkeit der polarographischen Alkali- bestimmung in der Silikatanalyse.	147
✕ J.-E. HILLER und K. PROBSTHAIN: Anwendung der Differentialthermoanalyse auf Sulfide	148
H. E. v. STEINWEHR: Zu den Ionenfarben des Eisens	150
O. W. FLÖRKE: Die Ursachen der Hoch-Tief-Umwandlungsanomalie von Tridy- mit und Cristobalit.	151
E. KORDES: Beziehungen zwischen dem Feinbau und den optischen Eigenschaften oxydischer Gläser	152
F. ROST: Untersuchungen an Kesselschlacken	153
W. GEILMANN: Analyse von Gläsern aus 3 Jahrtausenden	154

Satzung

Satzung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (e. V.)	176
--	-----

Verschiedenes

Société Française de Minéralogie et de Cristallographie	183
The American Mineralogist. Journal of the Mineralogical Society of America	183

Anhang

Mitgliederverzeichnis der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft: Stand vom 15. März 1955	1—13
--	------

Namensverzeichnis

Bambauer	130	O'Daniel	153
Barth	132	Pieruccini	144
Bürki	121	Preuss	131
Chudoba	130	Probsthain	148
Correns	145	Quiring	130, 132
Flörke	151	Radezewski	128
Frenzel	142	Ramdohr	125
Geilmann	148, 154	Rein	145
Grengg	126	Rösch	132
Heide	147	Rost	153
Hellner	142	Schilly	122
Hentschel	141	Schmid	150
Hiller	148, 155	Schmitt	130
Jumpertz	121	Schwiete	125
Kienow	125	Spangenberg	126, 152
Kleber	122	Stegmüller	126
Kordes	124, 150, 151, 152	v. Steinwehr	150
Lietz	123, 151	Stöckmann	1
Macdonald	133	Stranski	122
Mehnert	145	zur Strassen	123
Meixner	147	Thaer	146
Miedreich	151	Tröger	145
Neuhaus	153	Trojer	124
Neumann	153	Wedepohl	145
Neuwirth	128	Werner	147
Ney	123, 150	Zoellner	147, 150
Nowacki	121		

Bericht

über die 32. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 16.—22. September 1954 in Mainz

Auf der 32. Jahrestagung, an der 301 angemeldete Mitglieder und Gäste teilnahmen, wurden folgende Veranstaltungen durchgeführt:

A. Exkursionen und Besichtigungen.

1. Vorexkursionen am 17. September:

- a) Blei-Zinkerzgänge im Rheinischen Schiefergebirge, Tektonik, Dachschiefer.
- b) Braunsteinbergbau bei Waldalgesheim; mitteldevonischer Massenkalk und „Vordevon“ im Gebiet von Stromberg.
- c) Ausflug in die Gegend von Bad Kreuznach: Tertiär des Mainzer Beckens; Rotliegendes; Barytisierung tertiärer Sandsteine; Quarzporphyr; Eruptiva der Bockenauer Schweiz; Bad Münster am Stein.

2. Dampferfahrt nach Rüdesheim am 19. September.

3. Besichtigung von Betrieben in Mainz und Umgebung am 20. Sept.:

- a) Jenaer Glaswerke Schott & Gen., Mainz.
- b) Heidelberger Portland-Zementwerke, Mainz-Weisenau.
- c) Dyckerhoff-Portland-Zementwerke A.G., Mainz-Amöneburg.
- d) Didier-Werke A.G., Wiesbaden-Biebrich.

4. Idar-Oberstein am 21. September:

Kirner Hartsteinwerke. Geologie und Petrographie der Umgebung von Idar-Oberstein, Fischbachtal, Barytgrube Clarashall bei Baumholder. Besichtigung der Edelsteinausstellung, Besuch des Staatl. Instituts für Edelsteinforschung. Betriebsbesichtigungen: Diamantschleiferei, Farbstainschleiferei, Achatschleiferei. Besuch des Heimatmuseums. Empfang im Städt. Saalbau. Begrüßung durch Bürgermeister Hoberg, Herrn Bank von der Industrie- und Handelskammer und Prof. Dr. Schloßmacher.

5. Hauptexkursionen am 22. September:

- a) Übersicht über den Magmatismus des Nahegebietes.
- b) Geologie und Petrographie des zentralen Teils der Lahnmulde.
- c) Südwestlicher Westerwald.
- d) Exkursion in die Vorderpfalz.

6. Schlußexkursionen:

- a) Das nördliche Vogesenkristallin (23.—26. Sept.).
- b) Saar-Vogesen (23.—30. Sept.).
- c) Auvergne (23.—30. Sept.).

B. Tagungsveranstaltungen.

1. Einladung der Stadt Mainz zur Premiere der Oper „Palestrina“ von H. PFITZNER, am 16. September.

Anschließend Empfang durch die Stadt Mainz im Foyer des Städt. Theaters. An namhaften Vertretern waren anwesend: für die Regierung des Landes Rheinland-Pfalz: Herr Reg.-Präsident Dr. RÜCKERT, für die Stadt: der Herr Oberbürgermeister STEIN, sowie Herr Generalmusikdirektor Prof. ZWISSLER, für die Johannes-Gutenberg-Universität: der Prorektor Herr Prof. Dr. Dr. DABELOW, und der Dekan der Naturwissenschaftlichen Fakultät Herr Prof. Dr. ROHRBACH.

Ansprachen wurden gehalten vom Oberbürgermeister Herrn STEIN und vom Vorsitzenden der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft Professor Dr. ERNST. Die Verköstigung bestand aus den 3 „W“, „Weck, Worscht, Woi“, den „Insignien“ der Stadt Mainz.

2. Feierliche Eröffnung der Tagung am 18. September.
Es sprachen der Vorsitzende Prof. Dr. ERNST, der Prorektor der Universität Dr. DABELOW und Ministerialrat Dr. WEGNER. Festvortrag, Prof. Dr. BAIER: „Mineralogie als angewandte Wissenschaft“.
3. Vorstandssitzungen am 16., 17. und 18. September.
4. Ordentliche Mitgliederversammlungen:

18. September

1. Herr ERNST gab einen Bericht über die Tätigkeit der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft im letzten Jahr und übermittelte den Dank an den Geschäftsführer der Tagung Herrn BAIER.

2. Bericht des Schriftführers über den derzeitigen Mitgliederstand.

Persönliche Mitglieder:	378
Unpersönliche Mitglieder:	72
Austauschmitglieder:	6
Neuaufnahmen:	44
Persönliche Mitglieder:	39
Unpersönliche Mitglieder:	4
Austauschmitglieder:	1
Ausgeschieden:	—
Verstorben:	3

3. Kassenbericht: Erstattet durch Herrn MENZER, der für den verstorbenen Schatzmeister Bergassessor WÜSTER bis zur Wahl des neuen Schatzmeisters die Geschäfte der Gesellschaft übernommen hat. Die Abschlüsse von 1952 und 1953 wurden durch die als Kassensprüfer gewählten Herren HELLNER und FRECHEN geprüft. Herr HEIDE gab den Kassenbericht über die in der Ostzone eingezahlten Beiträge. Die Kassenberichte wurden anerkannt und Entlastung erteilt.
4. Der Vorsitzende gab die Stiftung eines Präsidentenringes von Herrn Dr. BRENDLER, Handelschemiker aus Hamburg, bekannt. (Ein in Gold gefaßter Frankenstein-Chrysopras.) Herr ERNST sprach im Namen der Gesellschaft für diese Spende seinen Dank aus.

5. Herrn Direktor Dr. HENNECKE wurde für seine Verdienste um den ostbayerischen Bergbau und die Deutsche Mineralogische Gesellschaft die A.G. Werner-Medaille mit Urkunde überreicht.

19. September

Der Vorsitzende eröffnete die ordentliche Mitgliederversammlung und stellte deren Beschlußfähigkeit auf Grund der Anwesenheit von 4 Vorstandsmitgliedern und 96 wahlberechtigten Mitgliedern fest.

1. Sitzung.

Herr ERNST gab der Gesellschaft die neuformulierte Satzung bekannt und stellte diese zur Diskussion.

Die Satzung wurde mit 99 Ja-Stimmen (1 Stimmenthaltung) angenommen.

2. Wahlen.

Die notwendigen Wahlen wurden nach der neuen Satzung durchgeführt.

Vorstand:

1. Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. E. TRÖGER, Darmstadt

Stellvertretender Vorsitzender und Sektionsleiter:

Prof. Dr. G. MENZER, München

Weiteres Vorstandsmitglied:

Prof. Dr. TH. ERNST, Erlangen

Schriftführer: Prof. Dr. W. BORCHERT, München

Schatzmeister: Dr.-Ing. W. DE LA SAUCE, Essen

Beirat:

Schriftleiter: Prof. Dr. W. KLEBER, Berlin

Weitere Beiratsmitglieder:

Prof. Dr. H. O'DANIEL, Frankfurt/M.

Prof. Dr. C. W. CORRENS, Göttingen

Prof. Dr. F. HEIDE, Jena

Prof. Dr. K. SPANGENBERG, Tübingen

3. Nächste Tagung.

Auf Einladung von Frau SCHACHNER und Herrn SCHWIETE wurde als nächster Tagungsort Aachen gewählt.

4. Jahresbeitrag.

Der Jahresbeitrag für 1955 beträgt wiederum 15.— DM, für Studierende 7.50 DM.

5. Fortschritte der Mineralogie.

Der Tagungsbericht soll möglichst in gekürzter Form erscheinen. Die Referate sollen höchstens 20 Druckzeilen umfassen; in entsprechender Form ist bei den Diskussionsbemerkungen zu verfahren. Separata über die Referate werden, falls gewünscht, nur gegen Erstattung der Druckkosten geliefert. Durch diese Beschränkung wird ermöglicht, umfassende Arbeiten über die Fortschritte der Mineralogie erscheinen zu lassen.

20. September

1. Neues Jahrbuch.

Herr O'DANIEL gab einen kurzen Bericht über das Neue Jahrbuch und forderte vor allem die jüngeren Kollegen auf, sich für die Referierung der Fachliteratur zur Verfügung zu stellen.

2. Diplom-Mineralogen-Prüfung.

Es fand eine lebhafte Diskussion über das Für und Wider der noch nicht überall eingeführten Diplom-Mineralogen-Prüfung statt.

5. Sondersitzung der Sektion für Kristallkunde am 17. September.

6. Sitzung des Tonmineralausschusses (Vorsitzender Prof. U. HOFMANN, Darmstadt) am 17. September.

7. Wissenschaftliche Sitzungen vom 17.-20. September.

B e r i c h t

über die 3. Sitzung des Tonmineralausschusses am 17. September 1954 in Mainz

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung um 14.30 Uhr, begrüßt die große Zahl der Teilnehmer und spricht in ihrem Namen den Dank aus an die Deutsche Mineralogische Gesellschaft und an Herrn Prof. BAIER, den Vorsitzenden des Ortsausschusses Mainz, für die freundliche Einladung und die Möglichkeit, diese Sitzung im Rahmen der Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft durchführen zu können.

Als Unterlage für die Aussprache werden folgende Tabellen verteilt:

Chemische Analysen der Komponenten für die Analysenmischungen.

Chemische Analysen der Analysenmischungen

Mineralanalyse der Analysenmischungen

Berechnung der chemischen Zusammensetzung der Analysenmischungen

Mineralbestand der Komponenten der Analysenmischungen

Mineralbestand der Serie II der Testtone, Hirschauer Kaolin ff.

Ergänzungen zum Mineralbestand der Serie I der Testtone, Putnam Clay ff.

(Alle Interessenten, die noch solche Tabellen zu haben wünschen, werden gebeten, sich an den Vorsitzenden, Prof. Dr. U. HOFMANN, zu wenden.)

1. Aussprache über die Ergebnisse der Untersuchung des Mineralbestandes der Analysenmischungen.

Der Vorsitzende dankt Herrn Dr. STRASSER für die sorgfältige und mühevollen Herstellung der Analysenmischungen und die Ausarbeitung der Tabellen.

Der Sitzung konnten die Ergebnisse von 15 Teilnehmern vorgelegt werden. Zur Mineralanalyse der Mischungen kamen folgende Methoden zur Anwendung.

Röntgenuntersuchung mit Hilfe von Filmen

Röntgenuntersuchung mit Hilfe des Zählrohrs

Elektronenmikroskop

Entwässerungskurven

Differential-Thermoanalyse

Dilatometeranalyse

Rationelle Analyse

Bestimmung der freien Kieselsäure durch Aufschluß mit Phosphorsäure

Mikroskopische Analyse.

Als Komponenten für die Mischungen dienten:

Halloysit, Kaolinit, Illit, Montmorillonit I,

Montmorillonit II, Quarz, Feldspat.

Für die Mischungen waren folgende Zusammensetzungen in Gewichtsprozenten eingewogen worden:

Mischung	I	69 Kaolinit,	20 Quarz,	11 Feldspat
	II	23 Kaolinit,	61 Montm. II,	10 Quarz, 6 Feldspat
	III	30 Kaolinit,	55 Illit,	15 Quarz
	IV	29 Halloysit,	71 Quarz	
	V	54 Kaolinit,	40 Montmorillonit I,	6 Quarz

Die Mineralanalyse der Gemische war erschwert dadurch, daß die Komponenten nicht absolut rein waren. Z. B. enthielt die Komponente Illit wahrscheinlich nur 60% des Minerals Illit und 7% Quarz sowie Kaolinit und wahrscheinlich Montmorillonit, die Komponente Montmorillonit I nur 80% Montmorillonit und 7% Quarz sowie Glimmer. Die Analyse war erleichtert dadurch, daß jeder Teilnehmer die Komponenten für sich zum Vergleich erhalten hatte.

Die Zusammenstellung der Ergebnisse zeigte, daß die Komponenten qualitativ fast überall richtig erkannt wurden. Auch quantitativ ist das Ergebnis überraschend gut.

In einigen Fällen lagen die Fehler bei 1—2%. Durch weitere Ausschaltung von methodischen Fehlern und Gewinnung größerer Erfahrung dürfte es möglich sein, die Fehlergrenze auf höchstens $\pm 5\%$ herabzusetzen, vor allem, wenn man mehrere Methoden kombiniert, worauf Prof. CORRENS nachdrücklich hinwies.

Dieses günstige Ergebnis gilt für alle Verfahren und überraschte besonders bei der Dilatometeranalyse und der mikroskopischen Analyse. Die rationelle Analyse erreichte eine Fehlergrenze von 3% und darunter, wenn als Tonmineral nur Kaolinit oder Halloysit in der Mischung enthalten waren. Sie war aber undurchführbar, wenn die Mischungen Illit oder Montmorillonit enthielten.

Bei der Bestimmung der freien Kieselsäure durch den Aufschluß mit Phosphorsäure erreichte Prof. SCHMIDT bei allen Mischungen eine Fehlergrenze von weniger als 2%.

Die sehr eingehende Aussprache führte zu dem Entschluß, noch weitere neue Analysenmischungen herzustellen und zu untersuchen, wobei auch ein Serizit aus dem Taunus Anwendung finden soll, den Herr Dr. HARKORT beschaffen will. Prof. HOFMANN wird versuchen, Halloysit (Djebel Debar) und Fire-clay mineral (Frantex) zu beschaffen.

Herr Dr. KIEFFER erklärte sich in dankenswerter Weise bereit, die Herstellung der neuen Analysenmischungen zu übernehmen.

Ein abschließendes Urteil über die verschiedenen Analysenverfahren soll erst nach Abschluß dieser neuen Analysen herausgearbeitet werden. Dabei sollen auch auf Anregung von Prof. SCHWIETE der Zeitaufwand und die Kosten der verschiedenen Verfahren Berücksichtigung finden. Bis dahin wird die Veröffentlichung in einem Fachausschußbericht zurückgestellt.

Anschließend berichteten Prof. SPANGENBERG, Prof. ERNST und Dr. HARKORT an Hand von Lichtbildern über die Durchführung ihrer Analysen mit dem Dilatometer.

Prof. ERNST wies insbesondere darauf hin, daß es zweckmäßig ist, aus der Dilatometerkurve die Differenzkurve zu bilden. Alle Vortragenden nahmen außer der ersten Erhitzungskurve noch eine zweite Kurve an dem bereits auf 1000—1100° erhitzten Material auf, die entweder während der Abkühlung oder bei erneuter Erhitzung gewonnen wurde, um z. B. den Quarz oder den Cristobalit besser zu erfassen.

In der anschließenden Aussprache gab Herr Dr. ZWETSCH wertvolle Ergänzungen bekannt und wies auch auf den Einfluß der Textur der Probestäbe hin.

2. Bericht über die neuen Untersuchungen zum Mineralbestand der Testtone.

Serie I der Testtone

Beim Pottlehm bestätigte Prof. CORRENS den Gehalt an Limonit, der wahrscheinlich auch die braune Färbung des Lehms hervorruft. Nach Prof. HOFMANN ist der Limonit im Elektronenbild in sehr kleinen tief geschwärzten Körnern zu erkennen.

Beim Putnam Clay liegt das Kaolinmineral vielleicht als fire-clay mineral vor.

Im Bentonit von Milos konnte die Gegenwart opalartiger Kieselsäure bestätigt werden. Die Anwesenheit solcher opalartiger Kieselsäure ist nach Mitteilung der Professoren CORRENS und HOFMANN in rumänischen und italienischen Bentoniten seit langem bekannt.

Bei dieser Serie liegen die Ergebnisse der verschiedenen Verfahren schon so nahe beieinander, daß bald ein abschließendes Urteil möglich sein wird.

Serie II der Testtone

Hier gaben die verschiedenen Analysenverfahren noch größere Differenzen, so daß weitere Untersuchungen wünschenswert sind, zu denen sich u. a. Prof. SCHMIDT, Prof. SCHWIETE und Dr. RADCEWSKI bereit erklärten.

Da ja gerade die Untersuchung solcher Testtone die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Verfahren, so wie die Praxis diese benötigt, am besten beurteilen läßt, führte die eingehende Aussprache zu dem Entschluß, eine Serie III von Testtonen den Teilnehmern zur Untersuchung vorzulegen. Alle Teilnehmer wurden gebeten, interessante Tone oder Kaoline in Mengen von etwa 5 kg zur Verfügung zu stellen. Insbesondere wollten die Professoren SCHWIETE und HOFMANN solche Tone aussuchen. Erwünscht wäre die Anwesenheit von 3—4 Mineralien in erheblichen Prozentsätzen.

3. Bericht von Prof. CORRENS, Göttingen, über die mikroskopische Untersuchung der Tonminerale mit dem Phasen-Kontrast-Verfahren.

Prof. CORRENS gab an Hand von Lichtbildern einen Bericht über die Untersuchung der Tonminerale mit dem Phasen-Kontrast-Verfahren. Dieses ermöglicht, die Vergrößerung bis in die Größenordnung von Tonmineralien zu heben und erzielt eine sehr viel genauere Ermittlung des

Brechungsvermögens bei diesen hohen Vergrößerungen. Bei der Bestimmung des Brechungsvermögens von innerkristallin quellfähigen Mineralien wies Prof. CORRENS besonders auf die Schwierigkeiten hin, die ein Austausch des Quellungswassers mit den Einbettungsflüssigkeiten hervorrufen kann.

4. Aussprache über den Kieselsäuregehalt von Bentoniten.

Oben ist schon erwähnt worden, daß die Anwesenheit opalartiger Kieselsäure in dem griechischen Bentonit von Milos bestätigt werden konnte.

Der im Dilatometer von Prof. SPANGENBERG und Dr. HARKORT gefundene erhebliche Gehalt an Cristobalit an dem erhitzten Muster des Montm. II dürfte erst bei der Erhitzung ausgeschieden worden sein. Bei etwa 1000° erfolgt bei sehr langer Erhitzung auch in anderen Montmorilloniten die Ausscheidung von Cristobalit. Es ist aber plausibel, daß diese Ausscheidung je nach dem Material schneller oder langsamer erfolgt, so daß sie z. B. bei der Dilatometeruntersuchung des Montm. I nicht beobachtet wurde.

Es wäre noch zu klären, ob bei dem Aufschluß mit Phosphorsäure zu niedrige Werte an freier Kieselsäure gefunden werden, wenn diese nicht als Quarz, sondern in opalähnlicher Form vorliegt.

Prof. SCHMIDT wies auf die große Bedeutung der Anwesenheit von solcher opalähnlichen Kieselsäure für das Auftreten von Silikose hin.

Als Zeitpunkt für die nächste Sitzung des Tonmineralausschusses wurde Ende April in Aussicht genommen, als Ort wurden Würzburg oder Darmstadt genannt. Auch Goslar käme in Frage, wenn um diese Zeit dort die Steine- und Erdentagung stattfindet.

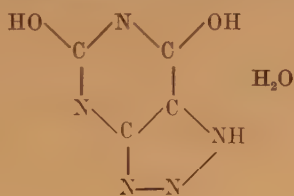
Mit herzlichem Dank an alle Teilnehmer schließt Prof. HOFMANN die Sitzung um 19.00 Uhr.

U. HOFMANN

Referate und Diskussionsbemerkungen

W. NOWACKI und H. BÜRKE (Bern): Die Kristallstruktur der purinanalogen Verbindung Xanthazol-Monohydrat.

Xanthazol-Monohydrat (I), $C_4H_3N_5O_2 \cdot H_2O$ ist triklin mit $a = 9,67$, $b = 10,71$, $c = 5,24$ Å, $\alpha = 100^\circ 52'$, $\beta = 141^\circ 54'$, $\gamma = 87^\circ 01'$, $Z = 2$, Raumgruppe $C_i^1 - P\bar{1}$ (gemäß einer Raumgruppenstatistik). Die Struktur wurde mittels einer 3-dimensionalen Pattersonsynthese und unabhängig davon mittels der Methode der Ungleichungen und derjenigen von Zachariasen, welche die Vorzeichen von etwa 200 Reflexen lieferten, bestimmt. Die Verfeinerung der Struktur geschah durch zwei 3-dimensionale Fouriersynthesen, deren zweiter R -Wert 0,14 beträgt. (I) ist eine typische Schichtstruktur mit den beiden Molekülen beinahe in einer Ebene liegend; die Moleküle und die beiden H_2O werden durch H-Bindungen zusammengehalten; der normale Schichtabstand beträgt 3,1 Å. Die Struktur entspricht einer theoretisch vorausgesagten Ellipsenpackung. Das Molekül selbst ist beinahe eben. Die Berechnungen der Synthesen und der Strukturaktoren wurden auf IMB-Lochkartenmaschinen ausgeführt. [Erscheint in Z. Krist. 1955.]



(I)

W. NOWACKI (Bern): Über die Anzahl verschiedener Raumgruppen.

Mit Hilfe der Hauptpunkte im Sinne von K. WEISSENBERG wurde gezeigt, daß es 219 nichtholomorphe Raumgruppen (in der Ebene 17), d. h. 219 im abstrakt gruppentheoretischen Sinne verschiedene Raumgruppen gibt. Es sind dies die 230 kristallographischen Raumgruppen minus die 11 Gruppen, welche als enantiomorphe Paare auftreten. [Vgl. die ausführliche Publikation in Schweiz. Min. Petr. Mitt., 34 (1954), 160—168.]

E. A. JUMPERTZ (Bonn): Die Elektronendichteverteilung in der Zinkblende.

Die zur Berechnung der Elektronendichteverteilung benötigten Phasenwinkel wurden aus den experimentellen F -Werten nach einem früher mitgeteilten Prinzip bestimmt. Die für die Strukturamplituden benötigten Absolutintensitäten sind an nahezu eisenfreien Zinkblendekristallen aus Santander und Sonora gemessen worden; infolge des großen Absorptionskoeffizienten nur in symmetrischer Kristallstellung.

Um den Abbrucheffect möglichst klein zu halten, wurden Interferenzen bis zu einem $\Sigma h^2 = 147$ vermessen. Ein Vergleich der theoretischen und der experimentellen F-Werte führte zu einer Kontrolle, bzw. Neubestimmung, der charakteristischen Temperaturen von Zink, Schwefel und Zinkblende:

$$\Theta_{\text{ZnS}} = 248^\circ \pm 2^\circ; \Theta_{\text{Zn}} = 232^\circ \pm 5^\circ; \Theta_{\text{S}} = 334^\circ \pm 5^\circ.$$

Projektionen der Dichteverteilung auf [111] und [100] zeigen im Vergleich mit den theoretisch zu erwartenden Werten der Maxima für rein hetero- und rein homöopolare Bindung für die Zinkblende einen heteropolaren Bindungscharakter mit erheblichem homöopolaren Bindungsanteil. Die Dichteverteilungskarte der zweidimensionalen Projektion auf (110) zeigt weder starke Elektronenbrücken noch elektronenfreie Räume zwischen den Atomen. Die mittlere räumliche Dichte entlang der kürzesten Bindungsrichtung Zn—S sinkt z. B. nicht unter $0,24 \text{ e/\AA}^3$. Falls eine lineare Beziehung zwischen Bindungscharakter und Elektronendichteverteilung besteht, stellt sich der homöopolare Bindungsanteil auf ca. 30–40 %. Die Größenordnung dieses Anteils wird durch die Berechnung der Elektronenzahl und des Atomradius für Schwefel bestätigt.

Diskussionsbemerkungen

STRANSKI: Die Beziehung zwischen Zwischenelektronendichte und Bindungsenergie ist nicht bekannt. Sie ist sicherlich nicht einfach. Deshalb dürften derartige Schätzungen nur als sehr grobe Näherungen bewertet werden können.

KLEBER: Es scheint mir verfrüht zu sein, Zahlen über Bindungsanteile anzugeben. Dazu sind die experimentellen Ergebnisse noch nicht fein genug. Das Wesentliche der JUMPERTZ'schen Arbeit liegt m. E. darin, daß zum ersten Mal der Versuch unternommen wurde, die Elektronendichteverteilung für Zinkblende zu ermitteln.

W. SCHILLY (Bonn): Untersuchungen zur Farbe des Rubins.

Im Rahmen von Untersuchungen über Mineralfärbungen wurden systematische Absorptionsmessungen mit modernen lichtelektrischen Spektralphotometern (Beckman-Mod. DUV und UR-Spektralphotometer von Leitz) an definierten Kristallpräparaten im gesamten zugänglichen Spektralbereich ausgeführt. Zunächst ist die farbgebende Wirkung des Chrms in verschiedenen Kristall-Grundsubstanzen geprüft und hier über die Auswirkung des Cr-Einbaues in das Korundgitter auf die spektrale Durchlässigkeit berichtet worden. Die Messungen wurden an planparallelen, 0,9 und 3 mm dicken, parallel und senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Plättchen von synth. Rubinen (mit 0–0,13–0,27–0,40–0,80 Mol-% Cr_2O_3 -Gehalt) für den o- und e-Strahl im Bereich 200...1200 m μ und weiter im unpolarisierten UR bis 18 μ durchgeführt. In der graphischen Darstellung wurden die Durchlässigkeitswerte als Funktion von λ dargestellt (mit Hilfe bekannter Tabellen lassen sie sich leicht in andere Darstellungen als Funktion der Wellenzahl, Frequenz oder Strahlungsenergie überführen). Der Cr-Gehalt der Präparate wurde innerhalb der Grenze der von Naturrubinen bekannten Cr-Gehalte etwa im Verhältnis 1 : 2 : 3 : 6 variiert. Das Material wurde spektrochemisch auf Reinheit geprüft.

Da die Präparate meßtechnisch — im besonderen bezüglich Herstellung, Dicke, Politur — gleiche Voraussetzungen erfüllen, konnten die Durchlässigkeitskurven

direkt miteinander in Beziehung gesetzt und verglichen werden. Sie zeigen, wie die Durchlässigkeit des farblosen synth. Korunds (rein $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) durch definierte Cr-Gehalte in den synth. Rubinen qualitative und quantitative Veränderungen erfährt. Die Kurven für den o- und e-Strahl sind entsprechend dem ausgeprägten Pleochroismus der Rubine erheblich verschieden. Die Durchlässigkeitsminima liegen, unabhängig von den genannten Cr-Gehalten, für den o-Strahl bei 410 und 558 m μ , für den e-Strahl bei 400 und 545 m μ . Die Breite der Absorptionsbänder ist für o und e verschieden und vom Cr-Gehalt abhängig. Die Durchlässigkeit im UV wird durch wachsenden Cr-Gehalt eingeschränkt. Höchste Durchlässigkeit erfolgt im UR mit steiler Absorptionskante bei 6 μ unabhängig vom genannten Cr-Gehalt. Messungen an einem ostind. Naturrubin zeigen weitgehende Übereinstimmung mit denen an einer etwa gleichfarbenen Synthese. Die für fein gepulverten synth. Rubin bestimmte spektrale Remission stimmt mit der spektralen Durchlässigkeit des Einkristalls qualitativ bis in Feinheiten der Kurvenzüge überraschend gut überein.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für zur Verfügung gestellte apparative Hilfsmittel.

Diskussionsbemerkung

LIETZ: Mit dem Spektralphotometer von Zeiß lassen sich kleinste Bereiche bis wenige μ Größe ausmessen.

Es wird vorgeschlagen, nicht Durchlässigkeiten, sondern Absorptionen anzugeben und nicht gegen λ sondern gegen $\frac{1}{\lambda}$ oder e-Volt aufzutragen, um die charakteristische Form der Absorptionskurven besser hervortreten zu lassen.

H. ZUR STRASSEN (Wiesbaden): **Über chemische Grundreaktionen der Zementerhärtung.**

P. NEY (München): **Reaktionen im festen Zustand beim Erhitzen von Glimmer-Kalk-Gemischen.**

Für die Vorgänge beim Ziegelbrennen ist die Kenntnis der zwischen Glimmer (Muskovit) und Kalk stattfindenden Reaktionen im festen Zustand von Bedeutung. In gemeinsam mit L. STEGMÜLLER durchgeführten Versuchen wurden Glimmer-Kalk-Gemische bei stets gleichartiger Aufheizung bis zu 48 Stunden bei Temperatur von 500°—1000° getempert. Aus dem Gewichtsverlust beim Tempern und dem analytisch bestimmten Gehalt an freiem Calciumoxyd konnte der Anteil des durch Reaktionen gebundenen Calciumoxyds berechnet werden.

Versuchsergebnisse: Es reagiert nicht der entwässerte Glimmer in statu nascendi, sondern bei einer rund 100° höheren Temperatur oder nach längerer Temperzeit aus ihm entstehende Zerfallsprodukte, von denen sich SiO_2 als besonders reaktionsfreudig erweist. Sehr reaktionsfähig ist auch das bei relativ niedriger Temperatur und kurzer Temperzeit entstehende Calciumoxyd. Feinst verteilter Glimmer beschleunigt die Kalkdissoziation. Der nachweisbare Beginn einer Reaktion liegt nach 48 Stunden Temperzeit bei 500°. Von 800° an kann der im Unterschuß befindliche Reaktionspartner bereits völlig reagiert haben. Die mengenmäßig stärkste Bindung des Calciumoxyds erfolgt stets innerhalb der ersten neunstündigen Temperperiode. Über 700° nimmt nach 24stündigem Tempern die Menge des gebundenen Calciumoxyds linear mit der Temperatur zu.

Mit Hilfe von Debye-Scherrer-Aufnahmen wurden als Reaktionsprodukte nachgewiesen: Wollastonit, β -Dicalc. Silikat, Monocalciumaluminat, Tricalciumaluminat, Gehlenit, Anorthit, Kalsilit und Kaliophililit. Durch die in einigen Fällen mögliche Aufstellung von Bruttoreaktionsgleichungen konnte für kalkreiche Gemische für 900° und 1000° die Entstehung kalireicher Silikate und Aluminate, wie KCS und KA sehr wahrscheinlich gemacht werden. Bei keiner Probe wurden jedoch auch nur Spuren einer „Verglasung“ festgestellt. Für den Reaktionsverlauf kann folgendes Schema gegeben werden: Zerfall des wasserfreien Glimmers — Bildung von β -Dicalciumsilikat — Bildung von Gehlenit aus β -C₂S und Aluminiumoxyd — Entstehung von Wollastonit und Monocalciumaluminat in Nebenreaktionen — Bildung von Kalsilit aus Leuzit und Kalk-Bildung von Anorthit aus Gehlenit und von Kaliophililit in glimmerreichen Gemischen — mutmaßliche Entstehung von Tricalciumaluminat und Bicalciumsilikat aus Gehlenit und Kalk in kalkreichen Mischungen — Entstehung hochkalihaltiger Kristallarten. Die Basizität der Reaktionsprodukte nimmt bei den kalkreichen Gemischen mit steigender Temperatur zu.

Für eine bei der Differentialthermoanalyse von Glimmer-Kalk-Gemischen mittlerer Zusammensetzung durch einen Doppelzacken bei 930° bis 990° angezeigte Reaktion konnte die Bildung eines Calciumsilikates sehr wahrscheinlich gemacht werden.

Diskussionsbemerkung

E. KORDES: Ich möchte den Herren Vortragenden fragen, ob es wirklich sicher ist, daß die in Frage kommenden Reaktionen sich tatsächlich im festen Zustand abgespielt haben. Sind die Reaktionen nicht vielleicht durch polyeutektische Schmelzen lokal eingeleitet worden?

FELIX TROJER (Radenthein): Die mikroskopische Bestimmung oxydischer Mineralphasen in anorganischen Industrieprodukten.

Die qualitativen Eigenschaften anorganischer Industrieprodukte hängen sehr weitgehend von deren Phasenaufbau ab. Bestehen diese wenigstens z. T. aus Kristallphasen, dann besitzt ihre mikroskopische Untersuchung großes Interesse. Drei Methoden kommen in Betracht: Dünnschliff- und Pulverpräparatuntersuchungen im Durchlicht und Anschliffuntersuchungen im Auflicht. Die Dünnschliffuntersuchungen scheiden wegen der überwiegend kleinen Kristallphasen aus. Dagegen gestatten die Anschliffe bei allen opaken und fallweise auch bei durchsichtigen Kristallen eine Bestimmung derselben bis auf 5 μ und, allerdings nur in günstigen Fällen, bis 0,5 μ herab. Die Anschliffe sollen reliefarm sein (Holzpolitur oder Vanderwilt-Methode). Im Anschliff sind die folgenden Merkmale erfaßbar: Polierhärte, Reflexionsvermögen, Reflexionsfarbe, Bireflexion und Orientierung der optischen Hauptrichtungen im Kristallraum (ortho- und konoskopische Beobachtungen), die Ätzeigenschaften und Phasengleichgewichte. Im Falle durchsichtiger Phasen ergänzt man die Auflichtbestimmungen nach Bedarf durch Untersuchungen an Pulverpräparaten im Durchlicht, die folgende Merkmale ergeben: Bruchform bzw. Spaltbarkeit, Farbe im durchfallenden Licht, Lichtbrechung, Doppelbrechung, Winkel der optischen Achsen, Dispersion derselben und Orientierung der optischen Hauptrichtungen im Kristallraum (U.T. ortho- und konoskopisch). Durch eine Kombination dieser beiden Untersuchungsmethoden gelingt meist eine sichere Diagnose der betreffenden Kristall-

phasen. An zahlreichen Mikroaufnahmen von Schlacken, Zementklinkern und keramischen Erzeugnissen werden die Untersuchungsmethoden und die Merkmale der einzelnen Kristallphasen besprochen. Dabei wird hingewiesen, daß unter bestimmten Voraussetzungen konoskopische Auflichtuntersuchungen nach der einfachen Cameron-Methode zur Aufsuchung gewünschter optischer Orientierungen, zur qualitativen Beurteilung der Höhe der Anisotropie und der Dispersion der optischen Eigenschaften sehr wertvoll sein können, Reflexionsmessungen unentbehrlich sind, Ätzmethoden Struktur- und Texturverhältnisse hervorbringen (wie keine andere Untersuchungsart) und Ätzmethoden u. U. allein zur Kristalldiagnose ausreichen.

Diskussionsbemerkung

RAMDOHR: Die Untersuchung im konoskopischen Auflicht ist subjektiv und qualitativ sehr wohl brauchbar, aber nur bei genauer Kenntnis der optischen Einrichtung und bei Beachtung einiger Vorsichtsmaßnahmen.

H. E. SCHWIETE (Aachen): Einfluß der Glasphase auf technische Eigenschaften von Schamottesteinen.

Röntgenographische Untersuchungen mit dem Zählrohrgoniometer an verschiedenen Schamottesteinen der A 1-Qualität führten zu dem Ergebnis, daß der größere Anteil in einem solchen Stein, nämlich etwa 50 %, als röntgenamorphe Phase bzw. Glas vorliegt. Die Untersuchungen hierüber sind noch nicht abgeschlossen. In kristalliner Form liegen vor ca. 40 % Mullit. Cristobalit konnte bis zu maximal 15 % ermittelt werden.

Ein Tempern der Steine bei 1400° C brachte bereits nach 5 Stunden den etwa vorhandenen Cristobalit zum Verschwinden, wobei der Mullitgehalt im wesentlichen erhalten blieb. Ein Tempern bei 1000° C bis zu einer Dauer von 30 Stunden zeitigte keine wesentliche Änderung in der kristallinen Zusammensetzung, die Rückschlüsse zulassen könnte. Für die Normenprüfung der Druckfeuerbeständigkeit nach DIN 1064 ergibt sich daraus, daß im wesentlichen die Deformation der röntgenamorphen Phase und die Veränderung der Porosität gemessen wird, wodurch auch die starke Abhängigkeit in der Aufheizgeschwindigkeit zu erklären wäre.

Weitere Untersuchungen bezüglich der röntgenamorphen Phase und ihrer genauen Zusammensetzung sind erforderlich und in Angriff genommen. Deutlich erscheint jedoch bisher ersichtlich, daß eine Prüfung der Dauerstandfestigkeit bei bestimmter Temperatur und Belastung, wie sie anderen Orts bereits genormt ist, der mineralischen Zusammensetzung eines Schamottesteines mehr Rechnung trägt als die Prüfung der Druckfeuerbeständigkeit nach DIN 1064.

Diskussionsbemerkungen

KIENOW: Was den Tonerdegehalt des Glasanteils im Schamottestein anbetrifft, so muß die eutektische Schmelze nach dem Zustandsdiagramm $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2$ 5,5 % Al_2O_3 enthalten. Beim Vorhandensein von Flußmitteln verdichtet sich die Zusammensetzung des Eutektikums im allgemeinen zu höheren Al_2O_3 -Gehalten hin. Es muß daher mit einem merklichen Al_2O_3 -Gehalt im Glasanteil gerechnet werden.

Eine Rekristallisation von Mullit kann stattfinden, aber wegen der hohen Zähigkeit der Schmelze nur sehr träge. Wenn aber die Zähigkeit durch Zufuhr beispielsweise von Fe_2O_3 herabgesetzt wird, bildet sich der Mullit aus der Schmelze sehr leicht.

SPANGENBERG: Die Bedeutung der Abflachung der Kurve für die Dauerstandfestigkeit mit zunehmender Zeit bedarf noch der näheren Untersuchung. Es entsteht nicht nur eine Vergrößerung der Mullitnadeln, sondern es ist auch Neubildung von Cristobalit zu erwarten.

L. STEGMÜLLER (München): Die Bedeutung der wichtigsten Lehmmineralien für die Ziegelherstellung.

ROMAN GRENGG (Bad Schallerbach und Wien): Über hochquellbare seifige Erden (Bentonite) Siebenbürgens.

Im Schrifttum über Siebenbürgen aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts werden Vorkommnisse von zu Waschzwecken geeigneten Tönen erwähnt und als Seifenerden bezeichnet.

Im ersten Weltkrieg hat das österreich-ungarische Kriegsministerium durch GRENGG und WEISSENBERGER Lagerstätten und Eigenschaften von seifigen Erden in Siebenbürgen feststellen lassen. In Kövargára (Rumänisch: Gaura) bei Nagysomkút im Komitat Szolnok Doboka, erlaubte eine nach Menge und Qualität hochwertige Fundstelle die Errichtung einer kleinen Fabrik zur Erzeugung von Grobteilen befreiter Seifenerde. Das Produkt diente vornehmlich für Waschzwecke und als Bohrlösungsmittel. Für ersteren Zweck wurde es mit Wassergehalten von rund 86 % (Waschgauralin), für letzteren mit 90 % (Bohrgauralin) in den Handel gebracht. Trockengauralin hatte ungefähr 15 % Wasser.

Nach hochquellbaren Tönen der unteren Bentonformation in USA. wurde für derartige Bodenarten etwa seit 1921 der Name Bentonit gebräuchlich. Ihre industrielle Verwertung nahm rasch zu.

Zwischen 1918—1939 ist die Natur der Tongesteine hauptsächlich durch deutsche und amerikanische Forscher weitgehend geklärt. Die das Tonmineral Montmorillonit, enthaltenden Bentonite, sind der bodenphysikalisch empfindlichste Anteil der Tongesteine. Dementsprechend hat sich auch die Erdbaumechanik mit diesen Mineralen intensiv beschäftigt. Kurz nach Beginn des zweiten Weltkrieges wurden EITEL (Kaiser Wilhelm Institut für Silikatforschung, Berlin) und GRENGG (Institut für angewandte Mineralogie und Petrographie TH Wien) vom Heereswaffenamt beauftragt, die Verwertbarkeit siebenbürgischer seifiger Erden für bestimmte Spezialzwecke festzustellen.

Es wurden die Vorkommen von Gaura und Limba ausgewählt. Das im ersten Weltkrieg benutzte Aufbereitungsverfahren wurde beibehalten, konnte aber mit weit größerer Genauigkeit durchgeführt werden, da jetzt für Beurteilung der einlaufenden Roherde, der Zwischen- und Endprodukte verhältnismäßig rasch ausführbare Kontrollen zur Verfügung standen. EITEL und RADCEWSKI zeigten die Montmorillonitnatur der Gaurarde durch röntgenographische und elektronenoptische Untersuchungen auf. Bei der Aufbereitungsstelle in Wien kamen Schlämmanalysen nach dem Pipet-Verfahren, Konsistenzgrenzenbestimmungen, Messung der Quellsfähigkeit mit dem ENSLIN-Gerät sowie Prüfungen der Viskosität und Thixotropie von Suspensionen

gereinigter seifiger Erden, zur Anwendung. Mit letzteren Fragen hat sich G. HAMILTON näher befaßt. Die Gauratone sind Calcium-Montmorillonite, wobei der Mg-Gehalt weitgehend durch Fe bzw. Ca isomorph ersetzt ist.

Bei Gesamtbetrachtung der Bentonitvorkommen im Raume des früheren Königreiches Ungarn zeigt sich, daß sämtliche Lagerstätten auf vulkanische Gesteine und zwar Quarztrachyte, Liparite, Rhyolite und ihre Tuffe rückführbar sind. Trotz großer Verbreitung der genannten Gesteine (Schemnitz, Visegrad, Matra Stock, Eperjes-Tokaier Zug, Vihorlat-Gutingebirge, Hargitta, vulkanische Teile des Siebenbürgischen Erzgebirges) sind nur an verhältnismäßig wenigen Stellen hochquellbare Bentonitgesteine bekannt geworden. Man darf allerdings nicht außer acht lassen, daß Hand in Hand mit den die vulkanischen Ausbrüche verursachenden ausgedehnten Senkungsvorgängen im Karpatheninnenraum es zu weitgehenden Überflutungen und dementsprechenden mächtigen Sedimentbildungen bis ins jüngste Tertiär kam. Von diesen begraben und z. T. in sie eingebettet, finden sich dort, wo die Erosion entsprechend tief hinabgegriffen hat, ab und zu die wasserempfindlichen Bentonite an der Tagesoberfläche.

Kurze Charakteristik einzelner Vorkommen: 1. Gaura: Die Gegend gehört zu dem hauptsächlich aus Sandstein bestehenden Laposgebirge. Das Gauravorkommen liegt in zum Alttertiär gehörendem Schotter und Sand, hat eine Länge von etwa 240 m und eine Mächtigkeit bis 40 m. Die Entstehung aus einem vitrophyrischen Liparit, vielleicht auch aus Tuffen eines solchen, ist nachweisbar. Die seifige Erde bester Qualität hat im bergfeuchten Zustand eine hellgraugrünweißliche Farbe, getrocknet ist sie fast rein weiß. Der Gehalt an Körnern unter 0,0003 mm beträgt nicht selten bis zu 30 % und darüber, bezogen auf Trockensubstanz. Die Gesamtvorräte bei einem Abbau bis zur Talsohle wurden 1942 von A. SCHMÖLZER mit 90,000 m³ berechnet. In diesem Zeitpunkt beuteten zwei Firmen die Seifenerde für Waschzwecke aus.

2. Gegend von Karlsburg (Gyulafehérvár jetzt Alba Julia). Die Vorkommen liegen am Süd-West-Rand des großen Siebenbürgischen Tertiärbeckens, welches zwischen dem Ungarischen Erzgebirge und den Transilvanischen Alpen eingesenkt ist. Den Untergrund des flachwelligen Hügellandes bilden jungtertiäre Sande in Wechselagerung mit Lehmen. Die Wasserläufe, welche zur Maros hinziehen, haben tiefe Erosionsfurchen mit stark verrutschten Hängen eingeschnitten. Stellenweise werden Bentonite in Form von Linsen und Nestern, durchschnittlich 5—25 m unter dem Rand der Schlucht sichtbar. Sie stammen, wie deutlich erkennbar, von vulkanischen Tuffen ab, zuweilen sind auch kleinere zu Seifenerde zersetzte Eruptivmassen, ähnlich der Gaurar Erde, zu sehen. Einzelne Vorkommnisse liegen bei Oarda de Sus, sie sind dort am Schwarzen Bach auf 400 m Länge verfolgbar. Der Vorrat an gewinnbaren seifigen Erden ist etwa 400 m³. Die Lagerstätte von Ciugut liegt gleichfalls in einem durch Rutschvorgänge stark gestörten Bachtal. Eine von dort untersuchte seifige Erde lieferte ein braunes hochquellbares Produkt. In Limba ist eine im bergfeuchten Zustand hellgraugrüne hochquellbare seifige Erde auf eine Länge von 25 m bei 3 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Das Material ist ähnlich wie das von Gaura beschaffen und dementsprechend auch verwendbar.

3. Barátka: Die Bentonitgesteine kommen als Ausfüllung eines Spalten- und Höhlensystems innerhalb eines mitteltriadischen Gyroporellenkalkes vor. Die in einer Höhle von etwa 5 m Breite aufgeschlossenen Bentonite waren deutlich geschichtet und hatten eine rhythmische fleckig-flammige Durchfärbung mit Eisenoxydhydraten. Alle Beobachtungen sprechen dafür, daß auch hier Zersetzungsprodukte

saurer jungvulkanischer Gesteine vorliegen. Wie die Schlämmanalysen und ENSLIN-Aufnahmen zeigen, bestehen zwischen den einzelnen Schichten beträchtliche Unterschiede. Höchste Wasseraufnahme war 227 % in 136 Stunden. Es handelt sich wahrscheinlich durchwegs um Calziumbentonite, deren Wasseraufnahme bekanntlich zwischen 200—300 % liegt.

In den letzten 15 Jahren sind noch eine Reihe von Vorkommen wie z. B. Talmaciui bei Hermannstadt, Nagytéténi bei Budapest, Salgo Tarjan, Sárospatak usw. hinzugekommen.

Gegenwärtig finden allein in USA. Hunderttausende von Tonnen Bentonitgesteine industrielle Verwertung. Das meiste Material (80—90 %) wird als Spülversatz bei Tiefbohrungen in der Erdölindustrie, Bindemittel für Formsande und Herstellung von Bleicherden genutzt. Das Bauwesen braucht Bentonite als Dichtungsmittel gegen Wasserzutritt, zur Bodenverbesserung. Ansonsten dienen sie auch in der Keramik, zur Erhöhung der Bildsamkeit, als Füllstoff für Gummi und Kunststoffe, als Emulgatoren für Asphalte und Teer, in der Wasserreinigung und bei pharmazeutischen sowie kosmetischen Waren.

ERICH NEUWIRTH (Graz): Zur Verwitterung des Biotit.

Das Verwitterungsprodukt eines Biotits (Biotitschiefer) von der Packalpe (Steiermark) wurde licht- und elektronenoptisch, röntgenographisch und chemisch untersucht. Es zeigte sich dabei, daß der Biotit bei der Verwitterung bis in feinste Größen zerlegt worden war und daß die einzelnen Größenklassen unterschiedliche Verwitterungsstadien erreicht haben. So sind z. B. die größten Teilchen zufolge ihrer Eigenschaften (Aufblähen beim Erhitzen, verringerte Lichtbrechung, geringer MgO-Gehalt usw.) als Hydrobiotite zu bezeichnen, während die feinsten ($< 1,0 \mu$) unter ihnen, da sie sich röntgenamorph verhalten, unter den Begriff Allophan (ROSS u. KERR) fallen. Die dazwischenliegenden Fraktionen enthalten alle, zwischen diesen Endpunkten liegenden Verwitterungsstadien.

Im besonderen wurden die röntgenamorphen Teilchen untersucht. Hierzu wurde die elektronenoptische Dunkelfeldmethode herangezogen. Sie erwies sich als besonders geeignet, Ordnungszustände, in diesem Falle Verwitterungsstadien nachzuzeichnen. Es konnten so kleinste kristalline Restbezirke als Reflexe sichtbar gemacht und abgebildet werden. Diese Methode wird nunmehr auf Grund dieser Erfahrungen zur Trennung der Tonminerale im Elektronenmikroskop herangezogen und in der nächsten Zeit noch weiter ausgebaut werden.

O. E. RADZIEWSKI (Aachen): Mineralbestand und Eigenschaften einiger feuerfester Tone.

Es werden Ergebnisse der Untersuchung von Pfälzer Glashafenton, Ton von Rasselstein und Hirschauer Kaolin, sowie vom Hafenton von Beaujard mitgeteilt, die mit Hilfe von Schlämmanalysen, röntgenographisch und auf Grund der Entwässerung gewonnen wurden. Bei vergleichenden Aufbereitungsversuchen zeigte sich die

Normalmethode nach ODÉN überlegen, für die Aufbereitung verfestigter Tone ist Naßmahlen in einer Koloidmühle zu empfehlen. Rührer und Vibromischer zeigen ungünstigere Ergebnisse. Eine besonders gute Zerteilung kann durch Ultraschall erreicht werden, doch besteht dabei die Gefahr, daß größere Tonteilchen während der Aufbereitung zerbrechen, wie elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen, wenn zu lange und bei zu hoher Intensität beschallt wird.

Zur quantitativen Bestimmung ist als Ergänzung zum Röntgenverfahren die thermische Analyse besonders geeignet, bei der nach dem dynamischen Verfahren für die einzelnen Tonminerale charakteristische Entwässerungskurven erhalten werden, die halbquantitative Aussagen ermöglichen.

Die Tone erweisen sich als kaolinitische Tone, von denen der Pfälzer Glashafenton mit der größten Schwindung und dem niedrigsten Segerkegel noch etwa 25 % Illit im Feinsten enthält. Der Ton von Rasselstein ist quarzfrei und arm an Illit. Elektronenmikroskopische Aufnahmen geben ein Bild von der Ausbildung der mineralischen Komponenten.

Von den technologischen Eigenschaften wurden kurz die Plastizitätszahl nach RIEKE, das mit dem ENSLIN-Gerät bestimmte Wasseraufnahmevermögen, sowie die Trocken- und Brennschwindung bei 1000° C und der Kegelfallpunkt angegeben und auf ihren Zusammenhang mit Feinheit, Illitgehalt und Gehalt an Flußmitteln (Fe_2O_3 , Erdalkalien und Alkalien) hingewiesen.

	Pfälzer Glashafenton	Ton von Rasselstein	Hirschauer Kaolin IV	Ton von Beaujard
Plastizität	15	19	13	
Enslinwert	83 cm ³ /100 g	77 cm ³ /100 g	56 cm ³ /100 g	
Trockenschwindung . . .	7,0 ‰	5,2 ‰	1,1 ‰	
Schwindung bei 1000° C .	8,2 ‰	4,3 ‰	5,0 ‰	
Segerkegel	32/33	34/35	35	33
Feinheit < 6 μ	90 %	81 %	46 %	85 %
Illit	25 %	6 %		2 %
Flußmittel	6,65 %	2,56 %	1,29 %	2,75 %

Diskussionsbemerkung

RADCZEWSKI: Antwort auf die Frage von Dr. BLANKE betr. Suspensionsmittel

Als Suspensionsmittel dient grundsätzlich 0,01 n NH_4OH . Eine Verwendung von Salzen, also nicht flüchtigen Suspensionsmitteln, ist deswegen unzuweckmäßig, weil vor der nachfolgenden röntgenographischen oder elektronenmikroskopischen Untersuchung die Suspension eingedampft werden muß und die auskristallisierenden Salze das Ergebnis verfälschen würden.

Als Beispiel für die Empfindlichkeit der elektronenmikroskopischen Methode gegen geringe Salzmenngen wird darauf hingewiesen, daß z. B. zur Herstellung von Eichpräparaten für Elektronenbeugung die Chloridlösungen nur 0,001 n sein dürfen, aus 0,01 n NaCl-Lösung auskristallisierende NaCl-Würfel sind bereits zu groß, um einwandfreie Pulverdiagramme zu ergeben.

H. U. BAMBAUER und C. H. SCHMITT (Mainz): **Ein neuer Lapislazuli-farbiger synthetischer Schmuckstein.**

Die Untersuchung einer zur Nachahmung von Lapislazuli neuerdings verwendeten tiefblauen Masse führte zu folgenden Ergebnissen: Im Mikroskop zeigt sich eine granoblastische Struktur, gebildet von rundlichen, wenig verzahnten, homogen blau gefärbten, optisch isotropen Körnern, deren Durchmesser zwischen 0,07 und 0,6 mm liegen. Sie zeigen eine deutliche Spaltbarkeit und zahlreiche, rundliche, hier nicht näher untersuchte, farblose Einschlüsse. Die Härte liegt bei 8, $n = 1,716 \pm 0,003$, $D = 3,58 \pm 0,01$. G. O. WILD fand spektralanalytisch Al, Mg, Co und Spuren von Cr, Ni, Si. Die quantitative Analyse lieferte die Formel $Mg_{1,96} Co_{0,09} Al_{6,35} O_{12}$ mit dem Molverhältnis 0,63 (Mg, Co) O: 1,00 Al_2O_3 . Dies ist der Chemismus eines Gliedes der unvollständigen Mischreihe $MgAl_2O_4$ - γ - Al_2O_3 (G. HÄGG). Das Pulverdiagramm (Co, K α) zeigt kristallinen Aufbau der Substanz und Übereinstimmung mit einer Vergleichsaufnahme von natürlichem Edelspinell. Die Gitterkonstante wurde mit einer Eichstoff-Rückstrahlungsaufnahme (Co, K α ; Eichstoff KCl) zu $a_0 = 8,042 \pm 0,002$ [cm⁻⁸] ermittelt. Sie läßt sich mit sehr guter Übereinstimmung als Funktion des Tonerdegehaltes in das von G. HÄGG (Z. Phys. Chem. B. 29, 1935) gegebene und von uns nach neueren Werten für die Endglieder geringfügig korrigierte Diagramm eingetragen. In Analogie zu ähnlichen, bereits bestehenden Bezeichnungen schlagen die Verfasser den Namen „Lapislazuli-farbiger synthetischer Spinell“ vor. (Siehe „Gold u. Silber“ 7/8., 1954 und Z. d. D. Ges. f. Edelsteinkunde 9, 1954.)

Diskussionsbemerkung

KARL F. CHUDOBA, (Adelebsen/Göttingen): Eigene Untersuchungen und mikroskopische Bestimmungen der „Lapisimitation“ sowie eine im Min. Inst. d. Univ. Göttingen durchgeführte chemische Analyse bestätigen die vorgetragenen Ergebnisse. Die neue Lapisimitation besteht demnach aus „synthetischem Spinell“, aber nicht etwa wie beim aquamarinfarbenen Spinell u. a. aus einem Einkristall, sondern aus einem Körneraggregat; eine korrekte Bezeichnung dieser Synthese müßte die unterschiedliche Struktur zum Ausdruck bringen, etwa durch: „Lapis-farbiger synth. Spinell (agglomeriert)“.

Bemerkenswert ist, daß neuerdings auch die Pyriteinlagerungen des nat. Lapis durch eingeschmolzene „Goldflitterchen“ nachgebildet werden.

HEINRICH QUIRING (Berlin): **Die Herkunft des Bernsteins im Grabe des TUTANCHAMON (1358—1351).**

Die Herkunft des Bernsteins des TUTANCHAMON-Grabes ist wegen der erheblichen stofflichen Umwandlung sehr schwierig zu beurteilen. Doch vermag eine urkundliche Quelle darüber Auskunft zu geben, obwohl sie bisher noch nicht dazu herangezogen wurde.

Auf den Tafeln von El Amarna findet sich ein Brief des Königs TUŠRATTA von Mitannu (1387—1367) an AMENOPHIS (ECHNATON) IV. (1375—1358), den Schwiegervater und wahrscheinlich auch Vater des TUTANCHAMON. In diesem Brief sind die zahlreichen und wertvollen Schmuckstücke der Mitgift aufgezählt, die TUŠRATTA seiner Tochter TATUHEPA für AMENOPHIS IV. mitgegeben hat. Unter den 16 verschieden benannten Edelsteinarten findet sich auch der aban („Stein“) SAG.KAL. 78 abnu SAG.KAL hat TUŠRATTA seiner Tochter mitgegeben. J. A. KNUDTZON hat den Stein

nicht zu deuten versucht. Da R. C. THOMPSON den aban SAG.KAL als unbestimmbar bezeichnete, hat ihn der sich auf THOMPSON stützende BOSON im Abschnitt Edelsteine des Reallexikons für Assyriologie nicht einmal erwähnt. Nach dem TUŠRATTA-Brief wechselten in den Schmuckketten der TATUHEPA SAG.KAL-Steine mit blauen Lasursteinen und roten Karneolen ab. Die SAG.KAL-Steine dürften daher gelb gewesen sein; nicht nur, weil im Sumerischen sig „gelb“ bedeutet, sondern auch, weil in einem Schmuckstück 10 Trauben aus rotem Karneol mit 5 Feigen aus aban SAG.KAL kombiniert sind. Entscheidend ist aber die Tatsache, daß nach PLINIUS (Hist. nat. 27, 16) die Ägypter den Bernstein sakal nannten.

Die Tatsache, daß im Grabe des TUTANCHAMON nicht nur der ebenfalls zur Mitgift der TUŠRATTA-Tochter TATUHEPA gehörige Stahldolch mit Bergkristallknopf, sondern auch aus Mitannu stammender Bernsteinschmuck lag, vermag ein Problem zu lösen, das vor allem dem Ausgräber HOWARD CARTER Kopfzerbrechen gemacht hat. Da TUTANCHAMON kein Sohn der Königin NOFRETETE war — diese hatte nur Töchter; TUTANCHAMON heiratete die Kronprinzessin MERITATON —, so war er offenbar der Sohn einer Nebenfrau. Daß diese keine beliebige war, geht daraus hervor, daß nach den erhaltenen Statuen schon der zwölfjährige TUTANCHAMON den Pharaonenhelm trug, also rechtmäßig seinem Vater ECHNATON auf den Thron gefolgt war. Als wahrscheinlichste Lösung der Abkunft des TUTANCHAMON ergibt sich, daß TUTANCHAMON ein Sohn des ECHNATON und der TATUHEPA war. Er war also ein Enkel AMENOPHIS III. und des Mitannukönigs TUŠRATTA. Falls TATUHEPA ihren mit 19 Jahren gestorbenen Sohn TUTANCHAMON überlebt hat, so wird wohl sie es gewesen sein, die sich dafür einsetzte, daß ihm der Dolch ihres Vaters und Schmuck aus pontischem Bernstein ins Grab mitgegeben wurde.

Im damals von skythischen Völkern bewohnten Gebiet nördlich des Schwarzen Meeres gibt es nach SOKOLOW dem Ostseebornstein gleichartigen und gleichwertigen Bernstein in tertiären Schichten am Dnjepr bei Perejaslaw und Jekaterinoslaw sowie auf den Dnjepr-Inseln Peskowatyj, Beljajew und Golodajew, ferner am Udy bei Poltawa, bei Berislaw in Cherson und bei Kachowka in Taurien. In diesen Bezirken ist nach Funden schon im Altertum nach Bernstein gegraben worden. Man kann annehmen, daß diese Gebiete damals zu Mitannu gehörten — auch Assyrien war dem TUŠRATTA untertan —, so daß die nordpontischen Bernsteinvorkommen von den in der Metall- und Juwelenkenntnis überlegenen Mitanniern, die offenbar auch das Goldland Kolchis innehatten, entdeckt und erschlossen wurden. Erst kurz vor 1375 können die ersten Steine nach Mitannu gelangt und zu Schmuckstücken verarbeitet worden sein; denn in den vorhergehenden Briefen TUŠRATTAS an AMENOPHIS III. (1411—1375) sind keine SAG.KAL-Steine erwähnt, obwohl auch in diesen Briefen viele Juwelengeschenke genannt sind.

So hat das Grab des TUTANCHAMON durch kostbare Stücke nicht nur die Ägyptologie, sondern auch die Geschichte und Kenntnisse der Mineralogie, des Bergbaus und des Handelsverkehrs im 2. Jahrtausend bereichert. Daß andererseits die Herkunft des Grabinventars die Familienverhältnisse im ägyptischen Königshaus zu klären vermochte, ist ein mehr zufälliges, aber nicht unwichtiges Ergebnis mineralogisch-geologischer Erwägungen.

Diskussionsbemerkung

E. PREUSS: Der Dolch des Tutanchamon wurde von JASCHEK Wien spektralanalytisch geprüft. Ergebnis: Nickelgehalt, der auf Meteoreisen als Ausgangsmaterial hinweist.

H. QUIRING: Der ermittelte Nickelgehalt ist geringer als der normalen Meteor-eisens. Der Dolch ist aus nickelarmem Tiegelstahl. Die im Brief 5 A des TUSRATTA für den betr. Stahldolch verwandte Bezeichnung ist patru habalkinu, während Meteor-eisen urudu anna „Erz des Himmels“ hieß.

S. RÖSCH (Wetzlar): **Ein römisches Bergkristall-Artefakt aus Reichenhall.**

(Mit 1 Abbildung im Text.)

Gelegentlich eines Kuraufenthaltes in Reichenhall lernte ich im Frühjahr d. J. im dortigen Heimatmuseum (Rathaus) Fundstücke kennen, die, in Karlstein im vorigen Jahrhundert gegraben, unsere Kenntnis vom Leben der Römer im dortigen Raum wesentlich bereichert haben. In einem Kästchen mit der Bezeichnung „Bergkristall“



Abb. 1. Links: Bergkristallhalbkugel von der Seite. Rechts: Bergkristall mit natürlichen Flächen. Skala in Millimetern.

befanden sich 5 Stücke, von denen einige mein Interesse erregten. Neben 2 natürlichen Bergkristallen der üblichen alpi-nen Form lagen: ein mattierter Ring von 24 mm Querschnitt, eine kleine plankonvexe Linse mit schlechter Politur, und ein etwa halbkugeliges Stück mit Bruchflächen und 27 mm Durch-messer. Aus Unterhaltungen im bayr. Landesamt für Denkmals-pflege, München, bei Prof. FRE-MERSDORF, Köln, und im röm.-german. Zentralmuseum, Mainz, ergab sich, daß Ring und Linse, deren Substanz sofort als Glas erkannt war, nicht antik sind, also versehentlich in die Schach-tel geraten waren. Das Halb-kugelstück scheint römisch zu sein, und ist dem Künstler, der wohl eine Kugel vorarbeiten wollte, bei einem ungeschickten

Schlag (dessen Kerbe noch erkennbar ist) offenbar zersprungen und daher von ihm weggeworfen worden. Der Vortrag will nicht so sehr eine wichtige Entdeckung be-kanntgeben, als zu intensiverer Zusammenarbeit zwischen Mineralogen und Vor-geschichtsforschern anregen, da auf diesem Gebiet noch vieles Nützliche geleistet werden kann.

TOM F. W. BARTH (Oslo): **Permische Eruptiva des Oslogebietes.**

Studies on the igneous Rock Complex of the Oslo Region, XIV: Provenance of the Oslo Magmas.

Skr. norske Vidensk. Akademi Oslo, I, Mat. Nat. Kl., 1954, Nr. 4.

GORDON A. MACDONALD* (Hawaii): **Das Hawaii-Vulkan-Observatorium.**
(Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle im Text.)

Das Hawaii-Vulkan-Observatorium stellt mit seiner Tätigkeit allgemein einen Teil des Vulkan-Forschungsprogramms der staatlichen geologischen Überwachung der Vereinigten Staaten (U.S. Geological Survey) dar, das die Erforschung von Vulkanen und vulkanischen Gesteinen auf den Aläuten, auf Alaska, auf den Hawaii-Inseln und auf dem Festland der Vereinigten Staaten umfaßt. Das Programm wird von der Geologischen Central-Abteilung des „Geological Survey“, dessen Hauptsitz in Denver, Colorado, ist, dirigiert.

Das Hawaii-Vulkan-Observatorium wurde 1912 von Prof. THOMAS A. JAGGAR vom Massachusetts-Institut für Technologie gegründet. In den ersten 7 Jahren seines Bestehens wurde es von der WHITNEY-Stiftung des Institutes für geophysikalische Forschungen und von der Hawaii-Vulkan-Forschungsgesellschaft unterhalten. 1919 wurde das Vulkan-Observatorium vom Wetterdienst der Vereinigten Staaten übernommen, und seit dieser Zeit war es immer der einen oder anderen Regierungsbehörde unterstellt. 1924 wurde das Observatorium vom Geological Survey der Vereinigten Staaten übernommen und 1935 vom National Park Service. 1948 kam es an den Geological Survey zurück, dem es bis heute untersteht.

Ursprünglich befand sich das Vulkan-Observatorium am nordöstlichen Rand der Kilauea-Caldera (Abb. 1), und eine seismographische und Neigungs-Meßstation (WHITNEY Laboratorium für Seismologie) wird an diesem Ort noch unterhalten. Aber 1948 wurden die Büroräume und die Werkstatt des Observatoriums an den Westrand der Caldera nach Uwekahuna verlegt. Dieser neue Standort bietet eine ausgezeichnete Sicht über die Kilauea-Caldera, einen Teil der östlichen Spaltenzone und über die ganze südwestliche Spaltenzone des Kilauea Vulkans sowie über das ganze Profil des Mauna Loa einschließlich der östlichen Spaltenzone.

Von 1912—1940 stand das Hawaii-Vulkan-Observatorium unter der Leitung von Dr. JAGGAR. Als er 1940 in Ruhestand trat, wurde RUY H. FINCH sein Nachfolger als Direktor. Als Mr. FINCH 1951 aus dem Staatsdienst ausschied, wurde sein Nachfolger GORDON A. MACDONALD.

Das augenblicklich vorhandene Personal des Vulkan-Observatoriums besteht aus einem Vulkanologen (Direktor), einem Geophysiker, einem nebenamtlichen Geologen, 2 Instrumentbauern und einem Sekretär, der auch Schreifarbeiten erledigt. Außerdem sind mehrere Beobachter nebenamtlich beschäftigt, die die Seismographen in den Außen-Stationen betreuen.

Das Programm des Observatoriums besteht darin, von jeder vulkanischen und seismischen Tätigkeit der Hawaii-Inseln möglichst vollständige Berichte zu liefern und diese Berichte auszuwerten mit dem Ziele, ein vollständiges Verstehen des Hawaii-Vulkanismus zu erreichen. Das Arbeitszentrum befindet sich auf der Insel Hawaii, auf der die tätigen Vulkane Kilauea und Mauna Loa liegen. Ein großer Teil der Arbeit ist geophysikalisch; aber besondere Mühe wird aufgewandt, die geophysikalischen Ergebnisse mit den geologischen Gegebenheiten der Insel in Beziehung zu bringen.

Das seismologische Programm wurde 1912 unter der Leitung von HARRY O. WOOD begonnen. Zur Zeit hat das Observatorium 9 seismographische Stationen auf der Insel

* Leitender Vulkanologe des Hawaii-Vulkan-Observatoriums, U.S. Geological Survey. Veröffentlichung genehmigt von dem Direktor des U.S. Geological Survey.

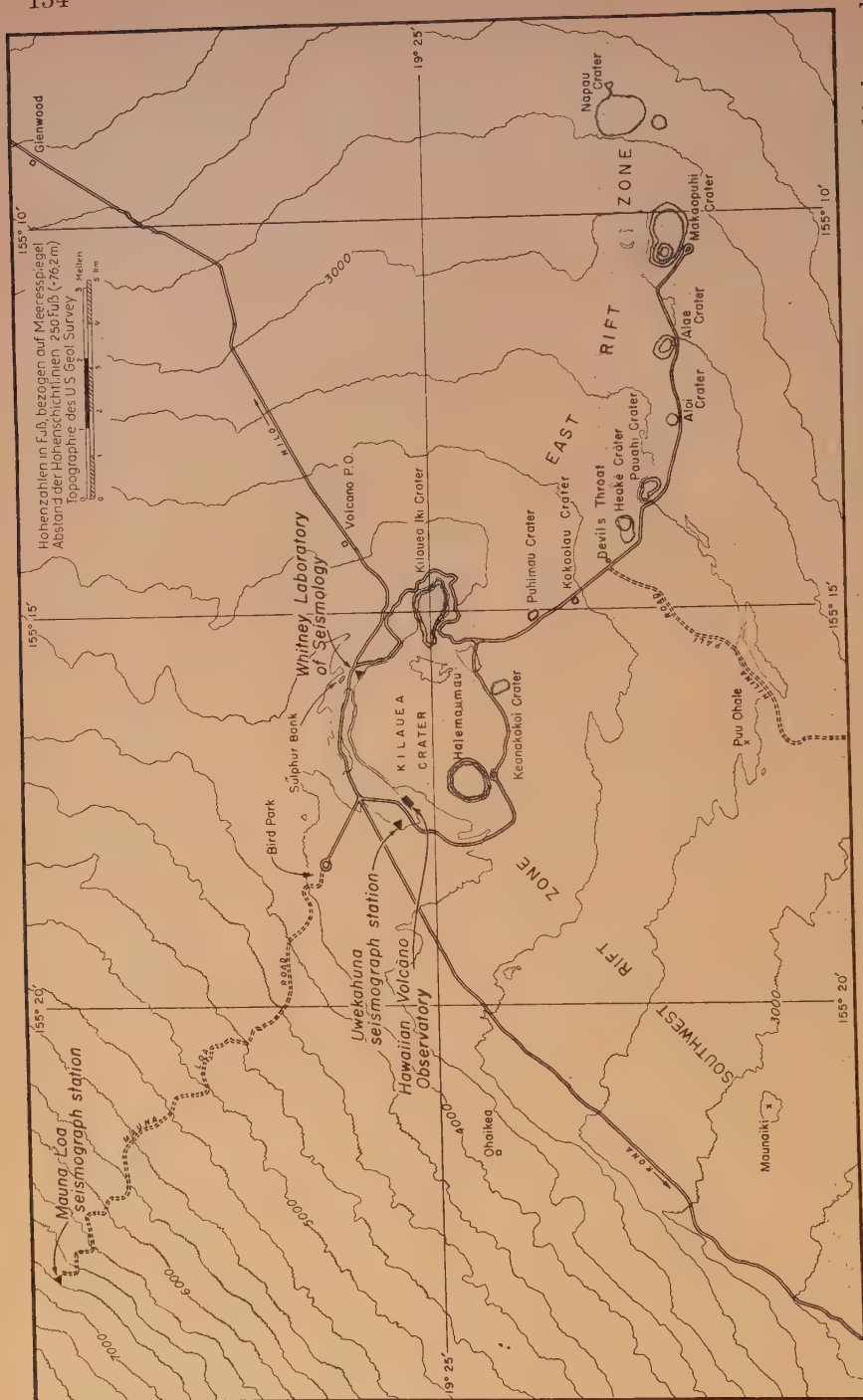


Abb. 1. Karte der Kilauea Caldera nebst Umgebung, die die Standorte des Hawaii-Vulkan-Observatoriums, der seismographischen und Neigungs-Meßstationen zeigt.

This is a detailed topographic map of the Hawaiian Islands, specifically focusing on the Big Island. The map shows the three major volcanoes: Mauna Kea, Mauna Loa, and Kilauea. Contour lines are drawn at intervals of 1000 feet, with labels such as 2000, 4000, 6000, 8000, 10000, and 12000. Major place names include Hilo, Kilauea, Maunaloa, and various smaller towns and valleys. The map also indicates the locations of several seismic stations, marked with triangles, and roads, marked with lines. A legend in the bottom right corner explains the symbols used. A scale bar and a north arrow are also included.

ZEICHENERKLÄRUNG

- ▲ Seismographen-Station
- △ In Bau befindliche Seismographen-Station
- Stadt, Ortschaft oder Dorf
- Lokalität
- Straße

Höhenzahlen in Fuß, bezogen auf Meeresspiegel
 Abstand der Höhenschichtlinien 1000 Fuß (304,8 m)
 Topographie des U.S. Geological Survey

Abb. 2. Karte der Insel Hawaii, die den Standort des Hawaii-Vulkan-Observatoriums und der seismographischen Stationen zeigt.

Die meisten der vorhandenen Seismographen sind von niedriger oder mittlerer Vergrößerung und registrieren auf angeraßtem Papier. Unter der Leitung von JERRY P. EATON werden jedoch im Rahmen eines Forschungsprogramms für geeignete seismologische Verfahren allmählich empfindlichere Geräte entwickelt, die die vorhandenen Geräte mit mittlerer Vergrößerung ergänzen oder ersetzen werden. Zwei horizontale Seismometer, System SPRENGNETHER, werden bald auf der Uwekahuna Station eingerichtet sein, um die vertikalen Seismometer, die hier bereits arbeiten, zu ergänzen.

In Zeiten ohne vulkanische Störungen werden durchschnittlich etwa 6 örtliche Erdbeben wöchentlich auf dem BOSCH-OMORI Seismograph (statische Vergrößerung 125) im WHITNEY-Laboratorium für Seismologie am nordöstlichen Rand der Kilauea Caldera registriert. Eine größere Anzahl wird von dem empfindlicheren SPRENGNETHER Seismographen auf der Uwekahuna Station auf der Westseite der Caldera festgestellt, aber das Gerät arbeitet noch nicht lange genug, um eine Norm aufzustellen. Das Steigen oder Sinken der Magma-Säulen unter den Vulkanen wird von einer verstärkten Häufigkeit von Erdbeben begleitet. Offenbar sind Erdbeben zahlreicher und auch im Durchschnitt stärker während des Absinkens der Magma-Säule und des darüberliegenden vulkanischen Gebäudes als während des Steigens der Magma-Säule und des Anschwellens des Vulkanbaus. Vor dem 1942-Ausbruch des Mauna-Loa glaubte FINCH (1943), ein Fortschreiten der Erdbebenherde von Tiefen von 40—50 km zu Lagen nahe der Oberfläche und längs der Spaltenzonen des Vulkans festgestellt zu haben. Solches Aufsteigen ist während anderer Ausbrüche noch nicht bestätigt worden. Vorläufige Untersuchungen von EATON deuten an, daß die große Zahl der Mikro-Erdbeben, die 1954 dem Ausbruch des Kilauea vorangingen, Eigenheiten aufweist, die die Erkennung ähnlicher Schwärme als Vorboten nachfolgender Ausbrüche möglich machen werden (MACDONALD & EATON, 1954).

Um unser Verständnis für den unterirdischen Mechanismus der Vulkane zu verbessern, und insbesondere um Vulkantätigkeit vorauszusagen, ist es notwendig, die Erdbebenherde nicht nur innerhalb eines bestimmten Vulkans, sondern auch längs spezifischer Spaltenzonen oder Teilen von Spaltenzonen oder Verwerfungszonen des Vulkans festzulegen.

Die Neigungsschwankung des Bodens wird gemessen in Stationen am nordöstlichen und am westlichen Rande der Kilauea Caldera, auf dem Caldera-Boden gerade südöstlich und westlich vom inneren Krater Halemaumau und auf dem südöstlichen Hange des Mauna Loa. Schon gleich zu Beginn der geophysikalischen Tätigkeit des Observatoriums wurde festgestellt, daß die Erdoberfläche fortgesetzt in der einen oder anderen Richtung schwankte.

Im WHITNEY-Laboratorium für Seismologie am nordöstlichen Rande der Kilauea Caldera besteht ein jährlicher Schwankungs-Cyklus: nordostwärts im Sommer und Herbst, südwestwärts im Winter und Frühjahr. Die durchschnittliche jährliche Schwankung beträgt etwa 10 Bogensekunden im nordsüdlichen Azimut und 6,5 Bogensekunden im ostwestlichen Azimut (FINCH & MACDONALD, 1953). Dieser jährliche Schwankungsverlauf rührt vermutlich her teilweise von der Erwärmung und Abkühlung des umgebenden Landes entsprechend den jahreszeitlichen Wechseln und teilweise von einem regelmäßigen Wechsel astronomischer Kräfte, wahrscheinlich größtenteils zusammenhängend mit der Anziehungskraft der Sonne. Diesem regelmäßigen jährlichen Ablauf sind unregelmäßige Schwankungen überlagert, von denen einige eindeutig vulkanischer Tätigkeit zuzuschreiben sind. Obwohl die Einzelheiten dieses Vorgangs nicht klar sind, hat man feststellen können, daß Ausdehnungen und Schrumpfungen des vulkanischen

Gebäudes stattgefunden haben, die zentrifugale oder zentripetale Schwankungen der Hänge des Vulkankegels verursacht haben. Die Messungen der Bodenschwankungen sind durch Nivellierungen ergänzt worden, die das Steigen und Absinken des Vulkan Gipfels erwiesen haben.

Zur Zeit werden die Schwankungen mit Hilfe von Pendeln gemessen, und zwar einerseits durch waagerechte, deren Empfindlichkeiten sich bewegen zwischen einem Ausschlag von 1 mm für 0,1 Bogensekunde und einem Ausschlag von 1 mm für 0,3 Bogensekunden; und andererseits durch gewöhnliche senkrechte Pendel mit Vergrößerungshebeln, die eine Empfindlichkeit von 1 mm Ausschlag für 1,3 Bogensekunden liefern. Die große Empfindlichkeit der waagerechten Pendel gegen Temperaturänderungen begrenzt ihre Verwendung als Neigungsmesser auf gut isolierte Gewölbe, in denen wenig Temperaturänderung stattfindet. Versuche sind jetzt im Gange mit 2 Arten von Flüssigkeits-Neigungsmessern, die hoffentlich in Stationen mit größeren Temperaturschwankungen verwendet werden können.

Routinemessungen werden vorgenommen von der Weite der Risse im Boden der Kilauea-Caldera und längs der östlichen Spaltenzone des Vulkans. Änderungen der Breite einiger dieser Risse hängen offenbar zusammen mit dem An- und Abswellen des vulkanischen Gebäudes und helfen, die Ergebnisse der Neigungsmessungen zu unterbauen. Andere Risse werden im Interesse der öffentlichen Sicherheit gemessen mit der Absicht, Einstürze von Teilen des Randes von Halemaumau vorherzusagen, die Besucher am Rande des Kraters gefährden könnten.

Anfang 1950 wurde eine Reihe von 28 festen Stationen auf dem Kilauea-Vulkan und dem angrenzenden Hang des Mauna Loa errichtet, wo periodische Messungen der erdmagnetischen Vertikal-Intensität gemacht werden (MACDONALD & WENTWORTH, 1954). Schwankungen im relativen Wert von mehreren 100 Gamma sind zwischen den Stationen beobachtet worden. Aber es ist noch zu früh, an die Auswertung der Ergebnisse heranzugehen.

Temperatur-Messungen werden regelmäßig vorgenommen an Dampfschloten in der Nachbarschaft der Kilauea Caldera. Meistenteils ist die Temperatur dem Siedepunkt des Wassers nahe. Offenbar ist normalerweise ein so großer Grundwasserüberschuß in diesem Gebiet vorhanden, daß eine Zunahme der vulkanischen Temperatur aus der Tiefe her gewöhnlich nur eine Zunahme der Dampfmenge zur Folge hat (welche übrigens wegen der hohen Durchlässigkeit des Bodens sehr schwer zu messen ist) und nicht eine merkliche Überhitzung des Dampfes eintritt.

In der Zeit vulkanischer Ausbrüche werden soviel Informationen wie möglich gesammelt von den physikalischen Eigenschaften der flüssigen Lavamassen und von der chemischen Zusammensetzung der festen und gasförmigen Phasen des ausgestoßenen Materials. Während der Zeit von 1911 bis 1924, als fast ständig ein Lavasee im Halemaumau bestand, wurde die Temperatur in der flüssigen Lava unmittelbar mit Thermo-Säulen und SEGER-Kegeln gemessen. Seit 1924 sind die Bedingungen für unmittelbare Temperaturmessungen ungünstig gewesen, aber Messungen sind vorgenommen worden mit einem optischen Pyrometer an Lava-Fontänen, am Lava-See und an Zuflüssen von Aa-Strömen. Offenbar haben im allgemeinen die ausbrechenden Lava-Massen eine Temperatur nahe 1100° C, mit nur örtlich höheren Temperaturen, wo die Verbrennung von Gasen eine sekundäre Erwärmung der Vulkankegelschlünde oder der Dächer von Lava-Röhren hervorruft. Aa-Flüsse bewahren offenbar auf sanften Hängen eine gewisse Beweglichkeit mit Temperaturen bis zu 700° C herunter.

Versuche einer unmittelbaren Messung der Zähigkeit der flüssigen Lava sind nicht erfolgreich gewesen, aber theoretisch sind die Zähigkeiten berechnet worden aus beobachteten Strömungsgeschwindigkeiten in Kanälen bekannter Neigung und näherungsweise bekannten Querschnitts. Die berechneten Zähigkeiten der Lava im See während des Kilauea-Ausbruches von 1952 bewegten sich zwischen $1,9$ und $3,8 \times 10^4$ Poisen (MACDONALD, im Druck). Die Berechnungen für die Lava-Massen der Mauna Loa-Ausbrüche 1942, 1949 und 1950 bewegten sich zwischen 3×10^3 Poisen (Temperatur etwa 1100°C) nahe den Schloten und 1×10^4 Poisen (Temperatur etwa 940°C) in Zuflüssen der Aa-Ströme, die 20 km von den Schloten entfernt waren (MACDONALD, 1954). Wegen der Unsicherheiten in den Grunddaten sollten diese Zahlenangaben nur größenordnungsmäßig als richtig betrachtet werden.

Die Entnahme von Gasproben, die in jener Zeit stattfand, als der Lava-See im Halemaumau fortdauernd bestand, sind in späteren Jahren nicht erfolgreich wiederholt worden. Immerhin bleiben die Daten, die von PERRET und SHEPHERD (PERRET, 1913; DAY & SHEPHERD, 1913) und von JAGGAR (1917, 1940) in der Anfangszeit des Hawaiischen Vulkan-Observatoriums gewonnen worden sind, von grundlegender Bedeutung für die Vulkankunde. Der Geological Survey plant, in naher Zukunft ein geochemisches Laboratorium im Vulkan-Observatorium einzurichten, das die Untersuchung der vulkanischen Gase fortsetzen und wesentlich erweitern und außerdem andere geochemische Untersuchungen an Hawaiischen Vulkanen durchführen soll.

In der Zeit, in der keine Ausbrüche stattfinden, werden Untersuchungen über die geologische Struktur und die Stratigraphie der Vulkane und über die Petrographie und chemische Zusammensetzung ihrer Lava-Massen ausgeführt. Neue Lavaströme werden kartiert, um die geologische Karte der Insel auf dem laufenden zu halten, und ihre Gebiete, ihre Mächtigkeiten und Volumina werden bestimmt.

Das Observatorium unterhält eine eigene Meßgeräte-Werkstatt, baut und unterhält die meisten seiner eigenen Meßgeräte. Arbeiten zur Verbesserung vorhandener und zur Entwicklung neuer Meßgeräte sind immer im Gange.

Zeitungsberichte werden von Zeit zu Zeit veröffentlicht, um die Bewohner der Hawaiischen Inseln über die jeweiligen Zustände der Hawaiischen Vulkane gut informiert zu halten. Berichte über vulkanische Ereignisse und besondere Arbeiten über vulkanische Gegenstände werden vierteljährlich im „Volcano-Letter“ der von der Universität von Hawaii herausgegeben wird, und jährlich als „Bulletins of the United States Geological Survey“ veröffentlicht. Andere besondere Beiträge von Angehörigen des Observatoriums erscheinen in verschiedenen technischen Zeitschriften.

Das Observatorium unterhält eine Bücherei von mehreren tausend Büchern und Sonderdrucken. Arbeitsraum ist im allgemeinen erhältlich. Besuchende Wissenschaftler sind willkommen, und jede aus den Quellen des Observatoriums mögliche Hilfe wird ihnen gewährt.

Während seiner Geschichte hat das Hawaiianische Vulkan-Observatorium eines seiner Hauptziele darin erblickt, Verfahren zum Schutze menschlichen Lebens und Eigentums durch die Vorhersage vulkanischer Tätigkeit, ferner für die Überwachung der Lava-Ströme und andere Vorbeugungsmaßnahmen zu entwickeln. Es sind Verfahren vorgeschlagen worden, den Lauf von Lava-Strömen durch Flugzeug-Bombardierungen bis zu einem gewissen Grade zu beeinflussen, und ihre grundsätzliche Durchführbarkeit ist nachgewiesen worden (FINCH & MACDONALD, 1949). Barrieren zum Schutz gewisser kritischer Gebiete sind auch vorgeschlagen worden (JAGGAR, 1945). Weitere Forschungen über ähnliche Schutzmaßnahmen werden fortgeführt, und die

Grundzüge einer Vulkankunde zum Schutze des Menschen werden auf andere Gebiete ausgedehnt (MACDONALD & ALCARAZ, 1954). Wir hoffen, daß schließlich in dem Maße, wie unsere Vulkankenntnis und die Untersuchungsverfahren vervollkommenet werden, Katastrophen wie bei den jüngsten Ausbrüchen der Vulkane Lamington und Hibok-Hibok mit ihren vielen Todesopfern sich für immer werden abwenden lassen.

Seismographen und Neigungsmesser, mit denen das Hawaii-Vulkan-Observatorium im Jahre 1954 gearbeitet hat.

Station	Breite	Länge	Instrument	Eigen- periode des Pendels (Sekun- den)	Indika- torver- größe- rung (ange- nähert)	Nei- gungs- emp- find- lichkeit (Bo- gense- kunden) pro mm
WITHNEY-Labora- torium für Seismo- logie (Nordostrand der Kilauea Cal- dera)	19°25'53''	155°15'40''	BOSCH-OMORI Seismograph und Neigungsmesser	7,7	115	0,12
	19°25'53''	155°15'40''	Flüssigkeits- Neigungsmesser			0,1
Mauna Loa (in 2,000 m Höhe am Osthang des Mauna Loa)	19°29'32''	155°23'29''	LOUCKS-OMORI Seismograph und Neigungsmesser	3,0	200	0,46
Uwekahuna (300 m westlich des West- randes der Kilauea Caldera)	19°25'26''	155°17'36''	JAGGAR Vertikal- seismograph	0,4	250	keine
	19°25'26''	155°17'36''	SPRENGNETHER Vertikal- seismograph	0,5	1,750	keine
	19°25'26''	155°17'36''	N-S and E-W Horizontalpendel (als Neigungsmesser verwendet)	20,0	7	0,32
	19°25'21''	155°17'23''	IMAMURA-Seismo- graph für starke Beanspruchung (Nahbeben- instrument)	3,0	15
Hilo (St. Joseph's Schule)	19°43'11''	155°05'20''	LOUCKS-OMORI- Seismograph	3,0	175	0,48
Kona (Konawaena Schule, Keal akekua)	19°30'47''	155°55'07''	Seismograph, Hawaii Typ	7,3	115	0,13
Pahoa (Pahoa Schule)	19°29'39''	154°56'47''	LOUCKS-OMORI- Seismograph	3,0	200	0,46

Station	Breite	Länge	Instrument	Eigen- periode des Pendels (Sekun- den)	Indika- torver- größe- rung (ange- nähert)	Nei- gungs- emp- find- lichkeit (Bo- gen-Se- kunden) pro mm
Naalehu (Naalehu Schule)	19°03'48''	155°35'10''	LOUCKS-OMORI- Seismograph	3,0	200	0,46
Kamuēla (Waimea Schule)	20°01'20''	155°40'18''	LOUCKS-OMORI- Seismograph	3,0	200	0,46
Haleakala (Insel Maui)	20°45'57''	156°14'58''	LOUCKS-OMORI- Seismograph	3,0	200	0,46
Südöstl. Neigungs- keller (Boden der Kilauea Caldera südöstlich des Halemaumau)	19°24'20''	155°16'59''	Normaler Pendel- Neigungsmesser	3,0	100	1,3
Westl. Neigungs- keller (Boden der Kilauea Caldera westlich des Hale- maumau)	19°24'32''	155°17'33''	Normaler Pendel- Neigungsmesser	3,0	100	1,3

Literatur

- DAY, A. L. & SHEPHERD, E. S. 1913: Water and volcanic activity. — Geol. Soc. America Bull., 24, S. 573—606.
- FINCH, R. H. 1943: The seismic prelude to the 1942 eruption of Mauna Loa. — Seismol. Soc. America Bull., 33, S. 237—241.
- FINCH, R. H. & MACDONALD, G. A., 1949: Bombing to divert lava flows. — Volcano Letter, Nr. 506, S. 1—3.
- — 1953: Hawaiian volcanoes during 1950. — U.S. Geol. Survey Bull. 996-B, S. 27—89.
- JAGGAR, T. A., 1917: Volcanologic investigations at Kilauea. — Am. Jour. Sci., 4th. Ser., 44, S. 161—220.
- 1940: Magmatic gases. — Am. Jour. Sci., 238, S. 313—353.
- 1945: Protection of harbors from lava flow. — Am. Jour. Sci., 243-A, S. 333—351.
- MACDONALD, G. A., 1954: Activity of Hawaiian volcanoes during the years 1940—1950. — Bull. volcanologique, Ser. 2, 15, S. 119—179.
- 1955: Hawaiian volcanoes during 1952. — U.S. Geol. Survey Bull. 1021-B.
- MACDONALD, G. A. & ALCARAZ, A., 1954: Philippine volcanoes during 1953 and early 1954. — Volcano Letter, Nr. 523, S. 1—5.
- MACDONALD, G. A. & EATON, J. P., 1954: The eruption of Kilauea during May and June, 1954. — Volcano Letter, Nr. 524, S. 1—10.
- MACDONALD, G. A. & WENTWORTH, C. K., 1954: Hawaiian volcanoes during 1951. — U.S. Geol., Survey Bull. 996-D.
- PERRET, F. A., 1913: Volcanic research at Kilauea in the summer of 1911. — Am. Jour. Sci., 4. Ser., 36, S. 475—488.

HANS HENTSCHEL (Wiesbaden-Mainz): **Über Bildungsbedingungen vulkanischer Tuffe.**

Eine Reihe wesentlicher Phänomene vulkanischer Tätigkeit läßt sich aus den Gas-Gesetzen und ihren Abweichungen zwanglos ableiten, wenn man davon ausgeht, daß mit zunehmender Erdtiefe nicht nur der Lastenddruck der Gesteine wächst, sondern im gleichen Sinn auch der hydrostatische Druck vorhandener freier Gase. Bei höheren Drucken (etwa von 1000 Bar an) verhalten sich Gase (auch H_2O -Dampf von über $500^\circ C$) ähnlich wie Flüssigkeiten, sie werden nahezu inkompressibel. Erst durch ein Aufsteigen in seichtere Erdkrustenniveaus erhalten sie bei entsprechender Druckabnahme das unter hohen Drucken verlorengegangene Expansionsvermögen zurück und werden dadurch in Stand gesetzt, Räum- und Sprengarbeit zu leisten. Die in bezug auf absolute Druckdifferenzen größten Volumenzunahmen und damit möglichen größten Arbeitsleistungen ergeben sich für hochtemperierten überkritischen Wasserdampf, wie für andere (vulkanische) Gase sogar bei absolut sehr niedrigen Drucken (weit unter 1000 Atmosphären bis zu wenigen Atmosphären Überdruck).

Das Fehlen von Gesteinsmaterial der Erdkruste großer Tiefen in Tuffen, das nach der Tiefe fortschreitende Ausräumen vulkanischer Schlotte bei anhaltender Eruptionstätigkeit eines Vulkans, der oft beobachtete stationäre Zustand vulkanisch „explosiver“ Tätigkeit über gewisse Zeiträume, die flachen Sprengrichtungen bei Maaren; das sind einige Äußerungen vulkanischer Tätigkeit, die sich neben weiteren aus einer vulkanologischen Interpretation der Gasgesetze unmittelbar ergeben unter der alleinigen konkreten Annahme, daß Gase aus größeren Erdtiefen bei entsprechend hohen Drucken unter Druckabnahme ihren Weg nach oben nehmen.

Alle Effekte einer mit sinkendem Druck zunehmenden Gasexpansion verstärken sich gleichsinnig, wenn zusätzlich gasreiche oder gasgesättigte Magmen aus größerer Erdtiefe aufsteigen; sie bestehen aber auch, wenn ohne freie Gase diese Magmen allein aufsteigen, und nur aus den Magmen austretende Gase in Aktion treten. Aus den experimentellen Untersuchungen von R. W. GORANSON ergibt sich, daß H_2O -gesättigte saure Magmen bis 9 % Gew. H_2O als Gas bei totaler Druckreduktion (von 4000 Bars) verlieren können, und daß dieser Abgang des leichtflüchtigen Anteils sich mit abnehmendem Druck beschleunigt, so daß die höchsten Löslichkeitsänderungen silikatisch gelösten Wassers bei den niedrigsten Absolutdrucken (1 bis 500 Bars) auftreten.

Ein Magma unter solchen Bedingungen wird bei raschem Austritt einer Gasphase aufschäumen und (nach den GORANSON'schen Kurven) bei Drucken unter 500 Atmosphären (wahrscheinlich sogar weit darunter) seine intensivste Entgasung erreichen. Den angegebenen Drucken entsprechend muß sich dieses Geschehen intratellurisch abspielen. Da keine Erfahrung für eine Überhitzung aufsteigender Magmen spricht, ergibt sich unter Bezug auf die gleichen Untersuchungen von GORANSON, daß der Austritt des flüchtigen Anteils aus einem H_2O -gesättigten Magma eine Unterkühlung der Schmelze bis um einige $100^\circ C$ nach sich zieht: die hauchdünnen Wandungen und Glasfäden in einem Bimsstein sind beredete Zeugen der Antwort auf diese Unterkühlung, nämlich der momentan erfolgten glasigen Erstarrung der Schmelze. Beginnende Entgasung eines gasreichen Magmas, beginnende oder optimale Gasexpansion unter Aufschäumen des Magmas und pyroklastische Erstarrung der schaumigen Schmelze zu Bimsstein-Fragmenten: das sind sonach nur begrifflich gesonderte Teile einer einzigen räumlich wie zeitlich engen Phase des vulkanischen Gesamtgeschehens (etwa bei einem Initialausbruch). Diese Phase ist intratellurisch, kann für gewisse Zeit stationär bleiben und vollzieht sich in einer gewissen veränderlichen Tiefe einer Förderspalte oder eines Schlotes.

2) Das Meer als Lager

3) Der Meeresspiegel wird nur dann angehoben wenn die Dichte des Meeresspiegels

Die hier entwickelte Vorstellung von der intratellurischen Bildung der juvenilen glasig-festen Fragmente eines Tuffes steht im Gegensatz zu der verbreiteten Auffassung, daß das pyroklastische Material erst mit seinem Flug durch die Luft nach erfolgter Tufferuption eine für seine Erstarrung notwendige Abkühlung erfährt.

Der Vortrag wandte sich in einem 2. Teil gegen die verbreitete Auffassung, die Ignimbrite (MARSHALL, 1935) seien verschweißte Tuffe („welded tuffs“). Ignimbrite, im allgemeinen kompakte, markant paralleltexturierte rhyolithische Gesteine pliozänen bis pleistozänen Alters, nehmen in flachen „Schichten“ bzw. Decken z. T. riesige Areale in Australien, Neuseeland, den westlichen Vereinigten Staaten, in Japan, auf Sumatra und in Mittelamerika ein.

Schon L. I. GRANGE hat 1935 auf Widersprüche aufmerksam gemacht, die sich aus der angenommenen Genese einer nachträglichen Verschweißung von Tuffen ergeben, insbesondere hat er darauf hingewiesen, ebenso wie jüngst auch A. G. MAC-GREGOR (1952), daß das Standard-„Beweisobjekt“, der „incandescent tuff-flow“-FENNER's im Tal der 10000 Dämpfe am Katmai, gar kein Ignimbrit ist.

Die sehr charakteristischen Mikro-Strukturen der „welded tuffs“ und solche verwandter Art sind schon von der ersten mikroskopisch arbeitenden Petrographen-Generation beobachtet und beschrieben worden und haben mit dazu geführt, strukturelle Gesteinsbegriffe wie Eutaxite, Ataxite, Piperno, Tufflaven und dergleichen aufzustellen. Die welded-tuff-Strukturen stellen kein Monopol für die Ignimbrite dar. Obsidiane, Pechsteine von (sicheren) Laven enthalten sie, sogar finden sie sich in kompakten (intrusiven) Porphyrypechsteingängen (Lugano, Südtirol). Damit entfällt jede Beweiskraft, aus den Ignimbrit-Strukturen die angenommenen Vorgänge: Lufttransport, Luftabsatz, sowie anschließende Verschweißung des pyroklastischen Materials abzuleiten.

Dennoch sind die Ignimbrite unbestritten Gesteine, die irgendeine Mittelstellung zwischen Laven und Tuffen einnehmen. Eine Lösung des genetischen Problems für diese Gesteine kann man vielleicht in der Vorstellung erblicken, daß die solchen Gesteinen zugrunde liegenden Magmen unter Bedingungen, wie sie vorangehend behandelt wurden, vor ihrer Effusion intratellurisch tuffisierten. Infolge „sanfterer“ Verhältnisse unterblieb eine anschließende Tufferuption. Durch eine Rekurrenz infolge Erniedrigung der Soliduskurve bei Druckentlastung regenerierte sich aus dem pyroklastisch gewordenen Magma eine Schmelze, die sich weiterhin wie eine echte Lava verhielt bis zu ihrer endgültigen superfiziellen Erstarrung. Nicht mehr vollständig homogenisiert, hat diese Lava strukturell ein vormalig pyroklastisches Stadium reliktsch bewahrt.

Diskussionsbemerkung

E. HELLNER: Für HENTSCHELS Überlegung scheint mir wichtig, nicht nur eine Diskussion der Isotherme im p-v-Diagramm des reinen H_2O durchzuführen, sondern das p-v-Diagramm des Systems Schmelze + gelöstem H_2O + freiem H_2O bezüglich seines Volumens in Abhängigkeit von p und dT zu diskutieren.

GERHARD FRENZEL (Heidelberg): **Die Eisenerzminerale in natürlich erhitzten Vulkaniten.** (Mit 1 Abbildung im Text.)

Die Mineralien von Ergußgesteinen, welche durch vulkanische Prozesse (z. B. heiße Magmennachschübe, das Verbrennen leichtflüchtiger Bestandteile) meist unter

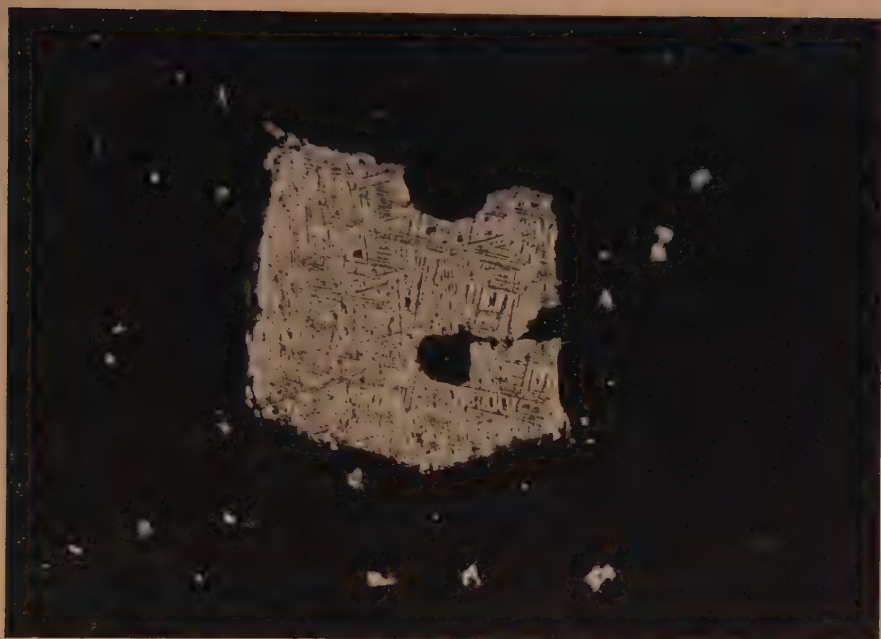


Abb. 1. Puy de Pariou, Auvergne. Augitandesit. Feine Verwachsung Eisenglanz-Pseudobrookit pseudomorph nach Titanomagnetit. Pseudobrookit parallel (111) des ehem. Magneteisens. Auslaugungserscheinungen. Vergr. 650 \times , Ölimmersion.

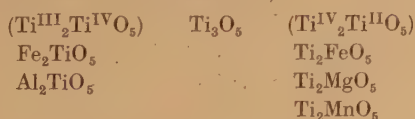
Oxydation eine natürliche Temperung erfahren haben, weisen z. T. wesentliche Veränderungen auf: gelbe Augite, Olivine mit Eisenglanzausscheidungen usw. Besonders augenfällig unter dem Erzmikroskop sind die Umwandlungserscheinungen des Titanomagnetits, Spinells und Ilmenits.

Als Folgen einer natürlichen Wiedererhitzung sind bei Titanomagnetit Ilmenit- und Spinellentmischung, Umbildung eines vorher typisch lamellaren Entmischungsilmenits zu graphischen Formen, Hitzemartitisierung, Pseudobrookitbildung (Abb. 1), schließlich Reduktion des entstandenen Fe_2O_3 und auch Homogenisierung zu registrieren.

Spinelle zeigen im besonderen in ihren Fe_3O_4 -reichen Außenzonen Hitzemartitisierung und Pseudobrookit. Vereinzelt scheint auch Magnetitentmischung ihre Ursache in einer natürlichen Temperung zu haben.

Bei Ilmenit sind Eisenglanznetzwerke, Umbildung in Hämatit und Rutil (vielfach hydrothermal), Verdrängung durch Pseudobrookit auf mannigfaltige Art und Neubildung von Titanomagnetit infolge Dissoziation des Fe_2O_3 -Gehaltes zu nennen.

Der variable Chemismus des in der Natur durchaus nicht seltenen Pseudobrookits findet seine Erklärung in der Existenz einer isomorphen Reihe von Doppeloxyden des Typus A_2BO_5 (SHDANOW & RUSAKOW u. a.).



RENZO PIERUCCINI (Messina): Der Einfluß der lokalen physikalischen Veränderungen auf den geochemischen Prozeß der Bildung der roten und grauen Tiefseetone, erläutert am Beispiel des apenninischen „Splittersteines“ und der mesozoischen, hornsteinführenden Kalke.

Die hornsteinführenden Kalke, die Hornsteine (Radiolarite) und der Splitterstein („scaglia“) in seiner roten und grauen Abart stellen im toskanischen Apennin die autochtone Reihe vom oberen Lias bis zum unteren Miozän dar. „Wir wissen heute, daß ein und derselbe Gesteinstypus sich zu sehr verschiedenen Zeiten gebildet haben kann, wie umgekehrt in ein und derselben Zeiteinheit, je nach den örtlich wechselnden Abtragungs- und Absatzbedingungen sehr verschiedene Gesteine horizontal nebeneinander entstehen können (O. H. SCHNEDWOLF, 1950).

Die örtliche und räumliche Verteilung haben den Autor zur Aufstellung einer geochemischen Arbeitshypothese veranlaßt, nach welcher einige Sedimentgesteine, wenigstens zum Teil, ihre Bildung chemischen Gleichgewichten der Sedimente im Meerwasser selbst verdanken. Die örtliche Verteilung der Sedimente, als Folge von chemisch-physikalischen Vorgängen in geologischen Zeiträumen, äußert sich in einer Aufeinanderfolge von verschiedenen Typen von Sedimentgesteinen. Die gilt natürlich grundsätzlich für Sedimente, die sich in einer genügend großen Entfernung von den Küsten bilden, so daß die biogenen und chemischen Fällungsprozesse über die Vorgänge klastischer Anhäufung das Übergewicht haben.

Im Meeresboden haben wir es vorwiegend mit einem reduzierenden Medium zu tun; der im Wasser gelöste Sauerstoff wirkt oxydierend; aus den Proteinen usw. bildet sich in letzter Linie Kohlensäure; das Kalziumkarbonat wird als Bikarbonat in Lösung gebracht; der p_H -Wert verkleinert sich dementsprechend und das Sol der Kieselsäure wird gefällt (100 mg/l CaCO_3).

Das Kalziumkarbonat kann gänzlich in Lösung gebracht werden (GIANNINI, PIERUCCINI, TREVISAN, 1950) und auf diesem Wege kann es zur Bildung hornsteinführender Kalke oder, als Grenzfall, von Hornsteinen kommen. Der Bildungsvorgang der Radiolarite verläuft wahrscheinlich in ganz ähnlicher Weise. Der rote und der graue „Splitterstein“ (der letztere mit 15–20 % Kalziumkarbonat) sind Sedimente, welche sich entweder nebeneinander oder übereinander abgelagert haben und sie können als zwei heterotropische Typen mit den roten Tiefseetonen verglichen werden. Ihre Farbe rührt von zwei- und dreiwertigem Eisen her. Jedenfalls ist in der roten Form immer noch zweiwertiges Eisen anwesend, während Kalziumkarbonat nicht oder nur in sehr kleinen Mengen angetroffen wird.

Im grauen Splitterstein ist das Eisen vorzüglich als Ferrokarbonat anwesend; es wandert in Form von Ferrobikarbonat (BORCHERT). Der im Meerwasser gelöste Sauerstoff oxydiert das Eisen, und jedes Ferroatom setzt zwei Moleküle Kohlensäure in Freiheit, welche örtlich das Kalziumkarbonat in Lösung bringt. Auf diese Weise erklärt sich der niedere Gehalt des roten Splittersteines an Kalziumkarbonat (8 % Ferrioxyd entspricht 8,82 % Kohlensäure bzw. 20 % Kalziumkarbonat). Das Ferriion wird hydrolysiert und reißt das kolloid verteilte Titanhydroxyd mit sich (ungefähr 1 % TiO_2). Im roten Splitterstein verbleiben noch ungefähr 2 % Ferrioxyd. Das Mangan entzieht sich der Oxydation und reichert sich als Karbonat an (ungefähr 1 % MnO). Manchmal bilden sich auch rodochroitische Schichten von 5–15 cm Dicke mit einem Mangankarbonatgehalt von 60–80 %. Auch das Chrom neigt zur Anreicherung, das Vanadium folgt dem Titan. Alle diese Elemente können nach GOLDSCHMIDT als Leitelemente dienen. In Abhängigkeit von den örtlichen Bedingungen chemisch-physi-

kalischer Natur setzen sich diese Gesteine in Linsenform ab. Es bleiben also die Anzeichen eines Gleichgewichtes bestehen. Anzeichen, welche die heterotropischen Formen auf chemisch-physikalischer Basis zu begründen im Stande sind.

Diskussionsbemerkung

CORRENS weist auf die Bedeutung diagenetischer Vorgänge hin, deren Wirkung sich über die der Vorgänge am Meeresboden überlagern kann.

G. REIN (Freiburg i. Br.): Modalbestand und Intrusionsform eines Granitplutons (Malsburggranit, Schwarzwald).

Durch Auswerten einer großen Zahl von Integrationsanalysen von ausreichender Genauigkeit (relativer statistischer Fehler $\pm 5\%$, Wahrscheinlichkeit 68,3%, Elementarfläche je nach Korngröße 8—16 cm²) kann die regionale Inhomogenität eines Gesteinskörpers festgestellt werden. Die Zusammensetzung der Proben wird im Kartenbild des Gesteinskörpers durch Linien gleichen Modalbestandes (Isomodalen) ausgedrückt. Daraus können wichtige Hinweise über den Intrusionsverlauf dieses Eruptivkörpers gewonnen werden.

Als Beispiel wurde der Granitpluton von Malsburg im südlichen Schwarzwald gewählt. An Hand von 160 Probestellen mit ca. 400 Dünnschliffen wurden die Verteilungskurven von folgenden Mineralien festgelegt: Zirkon, Apatit, Biotit, Plagioklas, Quarz, Hornblende, Kalifeldspat.

Dabei zeigte sich, daß Zirkon, Apatit, Biotit und Hornblende am Rande konzentriert sind, wobei die Anordnung der isomodalen Schalen Rückschlüsse im einzelnen auf den speziellen Intrusions- und Kristallisationsverlauf ermöglichen. Hiervon abweichend verhält sich die Orthoklaskomponente. Sie zeigt eine Anreicherung in dachnahen Teilen des Plutons, ist aber weitgehend unabhängig vom eigentlichen Intrusionsrahmen. Die Anreicherung des Kalifeldspates im Scheitel des Plutons wird auch durch petrographische Befunde gestützt (Alkali-Endometasomatose).

Weiter ergeben sich aus dem Verlauf der Isomodalen des Malsburggranites Hinweise auf den Intrusionsvorgang, auf den Kristallisationsverlauf und auf eventuelle Stoffverschiebungen mit Mineralneu- und -umbildungen und schließlich auf die hydrothermale Nachphase (Lagerstätten).

Diskussionsbemerkung

MEHNERT betont die Notwendigkeit statistischer Untersuchungsmethoden in der quantitativen Petrographie. Zur Gefügeanalyse (CLOOS, SANDER) muß eine nach statistischen Gesichtspunkten ermittelte Übersicht über die chemische Zusammensetzung und den Modalbestand der betreffenden Gesteinskörper treten.

TRÖGER bedauert, daß das vorgebrachte wertvolle Beobachtungsmaterial nicht petrologisch ausgewertet wurde. — Der Vortragende erwidert, daß dies einem späteren Teil seiner Veröffentlichung vorbehalten wurde.

K. H. WEDEPOHL (Göttingen): Einige Untersuchungen zur Geochemie des Bleis.

Die vorliegenden Ergebnisse einer noch nicht abgeschlossenen umfassenderen Bearbeitung der Geochemie des Bleis beruhen auf halbquantitativen Abschätzungen

von Spektralaufnahmen und Analysen nach einer Doppelkohlenbogenmethode mit Wismut als Eichelement (Nachweisgrenze unter $10^{-4}\%$ Pb, mittlerer Fehler der Einzelmessung etwa 20 %). Es sind bisher mehr als 300 geochemisch repräsentative Proben untersucht worden unter besonderer Berücksichtigung der gesteinsbildenden Minerale und der Sedimente. Der Bleigehalt der Eruptivgesteine ist hauptsächlich in den Feldspäten — bevorzugt in den Kalifeldspäten —, Glimmern, Feldspatoiden (und Zeolithen) zu suchen. Bei den Feldspäten erreichen Adulare ein Mittel von 0,03 % Pb. Orthoklase aus Pegmatiten können diese noch übertreffen. Erwartungsgemäß ersetzt das Pb^{++} -Ion wegen seiner Größe in erster Linie das K^{+} -Ion nach Abfangen, in zweiter Linie das Ca^{++} - und das Na^{+} -Ion. Zum Verhalten des Sr^{++} - und Ba^{++} -Ions sind einige Parallelen zu finden. Wo das Blei als zweiwertiges Ion auftritt, bevorzugt es Strukturen, in denen ihm Positionen mit mehr als 6 Liganden zur Verfügung stehen. Der verhältnismäßig hohe Bleigehalt der Disthene, Andalusite, Sillimanite, Topase, Rutil, Zinnsteine usw. läßt sich nach bisherigen Überlegungen nur durch die Annahme erklären, daß die Vierwertigkeit des Bleis geochemisch nicht unbedeutend ist.

Folgende Durchschnittswerte für Gesteine können als gesichert gelten:

Basische Eruptiva:	$9 \times 10^{-4} \% \text{ Pb}$
Saure Eruptiva:	$25 \times 10^{-4} \% \text{ Pb}$
Eruptiva:	$17 \times 10^{-4} \% \text{ Pb}$
Tone u. Tonschiefer:	$20 \times 10^{-4} \% \text{ Pb}$
Sande u. Sandsteine:	$6 \times 10^{-4} \% \text{ Pb}$
Kalke:	$9 \times 10^{-4} \% \text{ Pb}$
Sedimente:	$17 \times 10^{-4} \% \text{ Pb}$

Die Bilanz zwischen Bleigehalt der verwitternden Eruptivgesteine und dem der nach der Verwitterung entstandenen Sedimentgesteine (der Bleigehalt des Meerwassers kann vernachlässigt werden) ist ausgeglichen.

A. THAER (Essen): Lichtmikroskopische Mineralbestimmung in Feinstäuben.

Für die lichtmikroskopische Mineralbestimmung in Feinstäuben sind die in der petrographischen Dünnschliffuntersuchung angewendeten Methoden (Konoskopische Betrachtung: Achsenwinkel, Dispersion der optischen Achsen, optische Symmetrie. Orthoskopische Betrachtung: Auslöschungsschiefe, Interferenzfarben bei gekreuzten und parallelen Nikols, Pleochroismus) wegen der geringen Weglängen des durchfallenden Lichtes im Kristall und der deswegen zu geringen Gangunterschiede nicht mehr anwendbar.

Es wird ein Verfahren beschrieben, das bei Phasenkontrast und einer speziellen Dunkelfeldbeleuchtung sowie Verwendung von Einbettungsmitteln hoher Dispersion die Brechungsindices von Kristallteilchen bis zu einer Korngröße von etwa 1μ herunter durch Dispersionsfarben sichtbar werden läßt. In vielen Fällen lassen sich auf diese Weise staubförmige Mineralgemische mit Komponenten, deren Brechungsindices nahe beieinander liegen (Quarz, Tonminerale, Glimmer), rasch und sicher untersuchen. Es wurde an die Arbeiten von CROSSMAN und DODGE, sowie von WEBER und PILLER angeknüpft.

Der Vortrag wurde durch Farbmikroaufnahmen erläutert.

Literatur

- WEBER, A. P.: Das Phasenkontrastverfahren nach ZERNIKE als Hilfsmittel für mikroskopische Untersuchungen durchsichtiger Stoffe. *Optik* Bd. 4 (1948/49) S. 213.
- DODGE, N. B.: The Dark-Field Color Immersion Method, *Amer. Miner.* 33, 541 (1948).
- PILLER, H.: Die Phasenkontrastmikroskopie als Hilfsmittel zur Bestimmung feinkörniger, speziell dünner, transparenter Minerale, *Heidelberger Beitr. z. Mineral. und Petr.*, Bd. 3, 307—334 (1952).
- CROSSMON, B.: Dispersion Staining with Phase contrast Microscope accessories: The microscopic identification of quartz. *Science*, 110, 237 (1949).
- CROSSMON, B.: Determination of free silica by Dispersion Staining microscopical methods, *Industrial Hygiene Quarterly* Sept. 1951, S. 118.

Diskussionsbemerkungen

H. MEIXNER: Eine Phasenkontrasteinrichtung für Durch- und Auflicht ist in den letzten Jahren auch bei den Opt. Werken C. REICHERT (Wien) durch F. GABLER entwickelt worden. Mehrere Veröffentlichungen darüber in *Zs. Mikroskopie und Berg- und Hüttenmänn.* Monatshefte.

F. HEIDE fragt nach der Methodik der Farbaufnahmen der gezeigten farbigen Lichtbilder.

CARL-DIETRICH WERNER (Halle/Saale): **Anwendung und Genauigkeit der polarographischen Alkalibestimmung in der Silikatanalyse.**

Nach kurzer Erwähnung der verschiedenen Alkalibestimmungsmethoden wurden die Möglichkeiten der polarographischen Erfassung diskutiert und Ergebnisse eigener Kontrollversuche mitgeteilt. Als zweckmäßig wurde folgendes Verfahren empfohlen: Aufschluß mit $\text{HClO}_4 + \text{HF}$, Abrauchen mit HClO_4 und sofortige Perchlorattrennung unter Verwendung abs. Alkohols und Glasfiltertiegeln. Die erhaltenen KClO_4 - und NaClO_4 -Lösungen wurden unter Zusatz von 0,2 n- H_3PO_4 und 5% iger alkoholischer Tetramethylammoniumhydroxydlösung in Gegenwart von 50% Äthylalkohol unterhalb — 1,6 V polarographiert.

Die Genauigkeit wurde an Hand der Zusammenstellungen bei SCHLECHT (*Analyt. Chem.* 1951, S. 1568/71) und FAIRBAIRN (*U.S. Geol. Surv., Bull.* 980, 1951) und der konventionell erlaubten Fehlergrenzen diskutiert. Die Bestimmungsfehler betragen für $\text{K}_2\text{O} = 0,7 - 1,1\%$, max. $\pm 1,5\%$, für $\text{Na}_2\text{O} = 1,0 - 1,5\%$, max. $\pm 2,5\%$. Es wurde der Schluß gezogen, daß die polarographischen Alkaliwerte zwar nicht den Anspruch höchster „Genauigkeit“ erheben können, aber auf jeden Fall „richtig“ sind. Dauer der Bestimmung: 5 Analysen (jeweils parallel) $2\frac{1}{2}$ —3 Tage.

Diskussionsbemerkungen

H. ZOELLNER, (Wiesbaden): Flammenphotometrisch benötigt man für eine Alkalibestimmung $2\frac{1}{2}$ Stunden einschließlich Aufschluß. Das Verfahren für das Abrauchen wird an Hand einer Skizze gezeigt. Der Aufschluß erfolgt in Schälchen aus Platin von 50 mm \varnothing oben und 35 mm Höhe mit Flußsäure und Perchlorsäure, das Eindampfen geschieht mit kleinstem Gasflämmchen von oben, wobei von unten durch eine elektrische Heizplatte nur leicht erwärmt wird.

Ergebnisse an Vergleichsversuchen waren bisher sehr günstig. Bei Testgläsern von Gehalten von 14,0% Na_2O wurden z. B. 14,06% gefunden.

GEILMANN: Hinweis auf die Fehlerquellen der Alkaliaufschlüsse mit $\text{HF} + \text{HClO}_4$. Verluste durch Verstaubung, SMJTH-Aufschluß mit Verlusten durch Verdampfung. Fehler durch Adsorption an ausfallendem Niederschlag. Vermeidung der Verluste. Beschrieben: Glastechnische Berichte 1954.

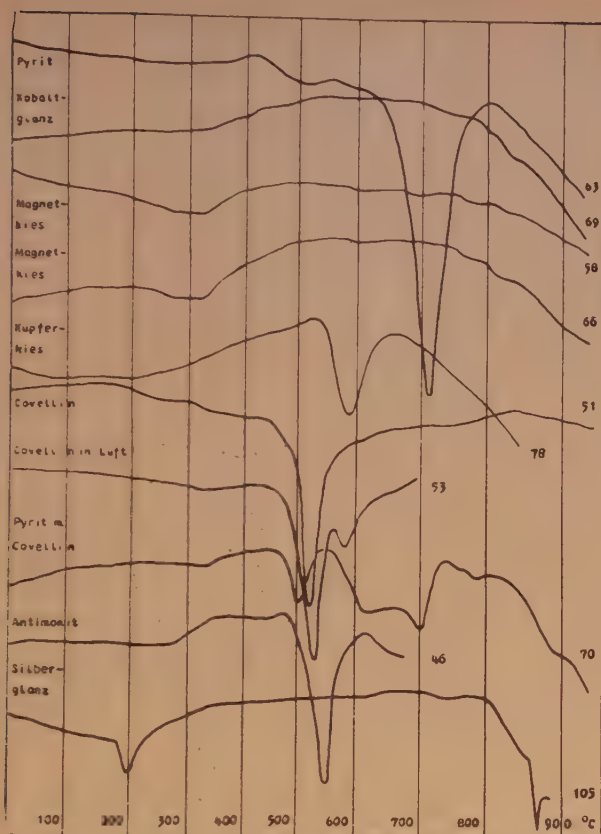
JOH.-E. HILLER und K. PROBSTHAIN (Berlin-Charlottenburg): **Anwendung der Differentialthermoanalyse auf Sulfide.**
(Mit 1 Abbildung im Text.)

Bis auf die Versuche von ALLEN und MERWIN¹⁾, die Anfang des 20. Jahrhunderts den Kupferglanz bis etwa 300° C thermisch untersuchten, ist die Differentialthermoanalyse (DTA) noch nicht systematisch auf Sulfide angewandt worden. Die heute üblichen DTA-Apparaturen, deren Arbeitsgebiet bis 1000° C reicht, eignen sich nicht zu diesem Zweck und mußten daher so abgeändert werden, daß keine Korrosionsgefahr durch die entstehenden Gasphasen und Schmelzen mehr besteht. Als Thermoelemente wurden dabei Ni/CrNi-Paare mit einem Durchmesser von 0,7 mm benutzt, die mit dem einen Schenkel in einem dünnen Isolierröhrchen und mit dem anderen blank in ein Pythagorasrohr von dem Durchmesser 4 mm außen bzw. 3 mm innen eingeführt wurden. So geschützt wurde das Thermoelement in der Probe angebracht. Eine Reihe verschiedener Versuche zeigte, daß dies relativ grobe Verfahren nicht nur das sicherste sondern auch das experimentell günstigste war. Zur Erprobung wurde die α - β -Umwandlung des Quarzes gemessen, wobei sich zeigte, daß Reaktionen von der kalorischen Größenordnung dieser Umwandlung gerade noch erfaßt werden können. Als Spitzentemperatur wurden bestimmt mit Schutzrohr 570° und 574°, ohne 576° und 571°. Es wird also durch das Schutzrohr zwar die Empfindlichkeit stark herabgesetzt, jedoch leidet die Genauigkeit der Messung dabei nicht.

Für den Heizblock mußte auf metallische Materialien natürlich verzichtet werden. Statt des sonst benutzten keramischen Blockes wurde aus Gründen der schnelleren und billigeren Herstellung ein Block aus Speckstein geschnitten, der sich auch thermisch gut bewährt hat. Infolge des relativ hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten muß er langsam erhitzt und langsam abgekühlt werden. Seine Haltbarkeit dürfte dann jedoch die Aufnahme von 100 DTA-Diagrammen aushalten, wenn er nicht beim Auskratzen der Substanzreste beschädigt wird. Hier erweisen sich besonders bleihaltige Schmelzen (z. B. Bleispißglanze usw.) als unangenehm. Gegenüber den Metallblöcken, z. B. Nickel, sind die keramischen Blöcke bei der Registrierung exothermer Reaktionen von Nachteil. Diese sind aber bei den Sulfiden kaum zu erwarten, wenn man von Oxydationsprozessen absieht. Letztere setzen aber bei steigender Temperatur allmählich und zunächst nur an der Oberfläche der Substanz ein und verstärken sich im Laufe der Aufheizung. Sie dürften daher i. a. keine vermeßbaren Spitzen in der DTA-Kurve geben.

Der mittlere Temperaturanstieg im Heizblock betrug 11° C/min, es wurde halbautomatisch durch einen Programmregler der Fa. Siebenlist, der durch einen Stufenwiderstand unterstützt wurde, erzielt. Die Registrierung der DTA-Kurve geschah durch eine Meßeinrichtung für genaue Registrierung kleiner mV-Spannungen der Fa. Hartmann u. Braun. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei an dieser Stelle der Dank dafür ausgesprochen, daß sie dieses Gerät zur Verfügung gestellt hat.

¹⁾ Z. anorg. allg. Chemie **94** (1916) 95.



DTA-Kurven einiger Sulfide.

Für die Aufnahmen wurde ca. $0,5 \text{ cm}^3$ Substanz, die auf eine Korngröße $< 0,2$ gepulvert war, verwandt. Sie wurde durch einen zur Bohrung des Heizblockes passenden Stempel leicht angedrückt. Als inerte Probe bewährte sich auch hier Al_2O_3 . Dies wurde gewählt, nachdem durch Vorversuche festgestellt worden war, daß die Temperaturleitfähigkeit eines Pulvers in erster Linie von der Korngröße und -beschaffenheit, d. h. durch die Zahl der Grenzflächen fest bis gasförmig, bestimmt wird. Der Temperaturanstieg wurde in der inerten Substanz gemessen. Die Apparatur selbst ist für Untersuchungen sowohl in einem Schutzgas, z. B. Stickstoff, oder bei vermindertem Druck eingerichtet.

Einige DTA-Kurven von Sulfiden seien kurz angeführt: Pyrit zeigt eine große und scharfe endotherme Spitze bei 616° , die der Zersetzung $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{FeS} + \text{S}$ entspricht. Über 800° tritt wie beim Magnetkies ein langsamer endothermer Abfall durch Abspaltung von Schwefel auf. Kobaltglanz zeigt auffallenderweise keine dem Pyrit analoge Zersetzung. Die Differentialthermokurve des Kupferkieses weist eine endotherme Spitze bei 544° auf. Über den Charakter dieser Reaktion sind noch besondere

Untersuchungen im Gange. COVELLIN zeigt in N_2 -Atmosphäre bei 448° die Zersetzungsreaktion $2\text{CuS} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{S}$, in Luft wird daneben bei 554° noch eine Spitze sichtbar, die durch die Umsetzung $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} \rightarrow 6\text{Cu} + \text{SO}_2$ verursacht wird. Beim Antimonit deutet der exotherme Anstieg bei 250° auf die Entzündung des Minerals hin, bei 484° zeigt die endotherme Spitze seine Sublimation an. An der Silberglanzkurve ist der Umwandlungspunkt zur kubischen Hochtemperaturmodifikation bei 179° deutlich zu erkennen. Oberhalb 800° tritt eine weitere endotherme Spitze auf. Hier schmilzt die Substanz unter Zersetzung.

Aus diesen und anderen bisher aufgenommenen Proben läßt sich erkennen, daß die Anwendung der DTA auf Sulfide in gleicher Weise wie bei anderen Mineralgruppen möglich ist. Es lassen sich auch hier bei Mineralgemengen die Anwesenheit bestimmter Komponenten feststellen und deren Anteil halbquantitativ abschätzen. Wie in der keramischen Industrie, so könnte das Verfahren auch im Hüttenwesen von Bedeutung sein.

Diskussionsbemerkungen

P. NEY: Eine große Rolle bei der DTA von Sulfiden dürfte der Luft-Gehalt der Probe spielen (an den Sulfidkörnern adsorbierte Luft), auch dann, wenn im Stickstoffstrom gearbeitet wird. Die exothermen Ausschläge sind vermutlich auf Oxydationsvorgänge zurückzuführen.

E. KODES: Die Differentialthermoanalyse ist eine ausgezeichnete Methode zur Verfeinerung der thermischen Phasenanalyse. Zwischen der Größe der Fläche der thermischen Effekte auf den Kurven und der Größe der betreffenden Reaktionswärme besteht ein eindeutiger Zusammenhang. Es ist jedoch außerordentlich schwierig, die Differentialthermoanalyse so zu entwickeln, daß sie zur quantitativen Ermittlung der Wärmetönungen benutzt werden kann.

OTTMAR SCHMID: Ist es möglich, bei Mischungen von Sulfiden eine quantitative Angabe zu machen?

Antwort: Ja, annähernd. Die Streifen werden ausgeschnitten und gewogen.

H. ZOELLNER: Hinweis auf die Differentialthermowaage. Diese Methode gestattet bei Reaktionen mit Gewichtsänderung einfache quantitative Auswertungen und ist daher eine wichtige Ergänzung der Differentialthermoanalyse.

H. E. v. STEINWEHR (Mainz): Zu den Ionenfarben des Eisens.

Bericht über Ergebnisse der im Mineralogischen Institut der Universität Mainz ausgeführten Dissertation von H. J. STEEG und Diplomarbeit von W. SCHEFER betreffend das optimale Fe II/Fe III-Verhältnis bei der Resonanzfärbung von verschiedenen Fällungen aus wäßriger Lösung resp. die reine Fe II-Färbung bei Boratgläsern.

Entsprechend dem Verhalten natürlicher Vivianitkristalle lassen sich Fällungen von Fe II-Phosphat leicht bis zu tiefem Blau, schwer weiter oxydieren. Die optisch bestimmten Proben mit maximaler Resonanz besaßen ein Fe II/Fe III-Verhältnis von 4 : 1. Da Pulveraufnahmen von farblosen bis tiefstblauen Proben das gleiche, dem des Vivianit entsprechende Diagramm zeigten, wird die Formel $\text{Fe II}_{12}\text{Fe III}_3(\text{PO}_4)_{10}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_{37}$ vorgeschlagen. Diadocher Ersatz des Fe durch Mg, der bis zu $\frac{2}{3}$ möglich war, änderte für das Resteisen nichts.

Das gleiche Verhältnis $\text{Fe II} : \text{Fe III} = 4 : 1$ für die optimale Resonanz wurde nach Oxydation bei Ferro-Fällungen auch mit Arsenat, Silikat, ja selbst Borat gefunden.

Zur Klärung der Literaturdiskrepanz bei ungenügenden Nachweisen der Ferri-freiheit über die Farbe von Ferrogläsern, wurden solche durch Auflösen von metallischem Eisen in Boraxschmelzen (ca. 1050°C) hergestellt. (Die Herstellung durch Zugabe von Ferrosalzen gelang nicht, wohl infolge Disproportionierung der Wertigkeiten zwischen Fe und B.) Es zeigte sich, daß das für die Resonanz charakteristische (also die Anwesenheit von Fe III in optisch wirksamer Menge hier anzeigende) KOLBE'sche Absorptionsmaximum (bei $454\text{ m}\mu$) bei solchen Gläsern fehlte, die unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen mit Rhodanid keine Reaktion ergaben, also reine Ferrogläser waren. (Der Einwurf, ob die Empfindlichkeit dieser Reaktion ausreiche, um gegen eine mögliche Resonanzüberdeckung der Ferrofärbung zu sichern, konnte mit dem Hinweis auf die bekanntlich wesentlich geringere Empfindlichkeit der auch auf dem Resonanzeffekt beruhenden Berliner-Blau-Reaktion entkräftet werden.) Die Ferrogläser waren blau. (Ein Einfluß von Ti-Spuren war bei Verwendung von p. a.-Substanzen und Arbeiten in abgeschlossenen Kieselglasrohren unwahrscheinlich.)

Diskussionsbemerkungen

W. MIEDREICH: Besteht eine Abhängigkeit der Färbungen von der Zusammensetzung der Schmelze und wenn ja, in welchem Sinne?

v. STEINWEHR: Wegen der großen Zähflüssigkeit der Schmelzen bei Zusatz von Borsäure wurden die Ferroschmelzen nur mit Borax hergestellt. Es kann daher über Zusammensetzungsabhängigkeiten nichts ausgesagt werden.

LIETZ: Frage: Bis zu welcher Wellenlänge wurde im UV gemessen?

v. STEINWEHR: Praktisch nur im Sichtbaren. Die kurzwellige Grenze war bei $410\text{ m}\mu$.

KORDES: Bei Gläsern kann man oft die überraschendsten Farberscheinungen beobachten. Fügt man z. B. zu $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ - oder $\text{PbO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ -Gläsern, die allein für sich schwach gelblich sind, 1—2 % TiO_2 hinzu, so wird die gelbe Farbe dieser Gläser vertieft. Versetzt man jedoch das an sich farblose $\text{PbO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ -Glas mit derselben Menge TiO_2 , so erhält man ein tiefblaues Glas. Dieselbe Erscheinung erhält man auch, wenn man das TiO_2 -haltige $\text{PbO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ -Glas unter Zusatz eines Oxydationsmittels schmilzt. Die Ursache der Blaufärbung kann mithin nicht etwa Ti_2O_3 sein. Die Ursache dieser Blaufärbung beim $\text{PbO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ -Glas durch TiO_2 konnte bisher noch nicht aufgeklärt werden.

O. W. FLÖRKE (Würzburg): **Die Ursachen der Hoch-Tief-Umwandlungsanomalie von Tridymit und Cristobalit.**

Durch Untersuchung der Hoch-Tief-Umwandlung an Tridymit- und Cristobaliteinkristallen (die nach verschiedenen Methoden bei verschiedenen Temperaturen hergestellt worden waren), mit Mikroskopheiztisch und Einkristall-Röntgenaufnahmen, konnte gezeigt werden, daß die bereits von NIEUWENKAMP (1) am Cristobalit gefundenen eindimensionalen Fehlorderungen (damals als Interferenzerscheinungen an

zweidimensionalen Kristallen gedeutet (2)) für die bekannte Anomalie der Umwandlungstemperatur verantwortlich sind. Stark fehlgeordnete Kristalle zeigen eine sich über ein weites Temperaturbereich hinziehende allmähliche Umwandlung, während bei Gegenwart von hochperiodischen Überstrukturen sich die bei vielen Tridymiten zu beobachtenden scharfen Effekte neben dem allmählichen Umwandlungstyp zeigen. Cristobalitkristalle mit völlig geordneter 3-Schichtstruktur wandelten sich einheitlich bei einer kritischen Temperatur um.

Die Untersuchungen werden noch ausführlich veröffentlicht.

(1) W. NIEUWENKAMP: Z. Krist., **90** (1935) 377.

(2) F. LAVES u. W. NIEUWENKAMP: Z. Krist., **90** (1935) 273.

Diskussionsbemerkung

SPANGENBERG: Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung ist zu fragen, welche Deutung man für die in den Phasendiagrammen meist aufgenommenen 2 Tiefmodifikationen von Tridymit zu geben haben wird. Es wäre wohl anzunehmen, daß die Tridymitproben der Autoren, die in dem Intervall zwischen 100° und 200° C zwei mehr oder minder deutliche Umwandlungspunkte gefunden haben, 2 extrem verschiedene Bautypen von Tridymit als vorherrschende Bestandteile ihrer Präparate gehabt haben, während das bei den Proben der Autoren, die nur einen Umwandlungspunkt bzw. ein Umwandlungsintervall fanden, nicht der Fall war.

ERNST KORDES (Bonn): Beziehungen zwischen dem Feinbau und den optischen Eigenschaften oxydischer Gläser.

Untersucht wurden binäre Gläser aus SiO_2 , B_2O_3 bzw. P_2O_5 mit einem basischen Oxyd ein- und zweiwertiger Metalle. Ermittelt wurden folgende Eigenschaften und ihre Abhängigkeit von der Zusammensetzung: Die Lichtbrechung n_D , die Dichte ρ , die Molrefraktion $R = [(n^2 - 1)/(n^2 + 2)] \cdot M/\rho$, sowie bei einer Reihe von Gläsern auch die Lichtdispersion und Lichtdurchlässigkeit.

Aus der anormalen Abhängigkeit der Dichte und Lichtbrechung von der Zusammensetzung in den Systemen aus P_2O_5 mit ZnO , MgO bzw. BeO wird geschlossen, daß die Gläser der Zusammensetzung ZnP_2O_6 , MgP_2O_6 und BeP_2O_6 einen Feinbau haben, der dem des SiO_2 -Glasses ähnlich ist.

Bei der Untersuchung der Lichtdurchlässigkeit von im sichtbaren Bereich farblosen Gläsern wurde festgestellt, daß sich die Grenze der Durchlässigkeit im Ultraviolett um so weiter nach längeren Wellen verschiebt, je weniger Brückensauerstoffatome, d. h. also Si-O-Si-, B-O-B bzw. P-O-P-Bindungen, im Glase vorhanden sind. Diese Verschiebung wird entweder erreicht durch Erhöhung der Konzentration des basischen Oxyds oder aber bei gleichbleibendem Gehalt eines bestimmten basischen Oxyds durch Ersatz des sauren Oxyds in der Reihenfolge $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{SiO}_2$. Gleichzeitig mit der Verschiebung der Grenze der Durchlässigkeit im Ultraviolett nach längeren Wellen nimmt auch die Durchlässigkeit im nahen Ultrarot ab. Außer der Anzahl der Brückensauerstoffatome haben auch die basischen und sauren Kationen einen erkennbaren spezifischen Einfluß auf die Durchlässigkeit der Gläser im Ultraviolett und im nahen Ultrarot.

Diskussionsbemerkungen

A. NEUHAUS: Gemäß Vortrag wird die Absorptionsgrenze des reinen Quarzglas bei ~ 2000 Å durch Zusatz von Ba auf ~ 4000 Å, durch Zusatz von Li auf ~ 3000 Å verschoben. Dies wird gedeutet als Elektronenverschiebung durch das Feld des Ba bzw. Li, anders ausgedrückt durch Kontrapolarisation der „Si-O“-Bindungen durch Ba bzw. Li. Bei dem sehr starken Größen- und geringen Valenzunterschied von Ba gegenüber Li sollte man aber eher eine stärkere Kontrapolarisation durch Li statt Ba erwarten! Sollte nicht doch ein anderer Einfluß, etwa Valenzbildung, maßgebend sein?

H. O'DANIEL: Auch Sie gehen bei ihren Überlegungen stets von den Vorstellungen von ZACHARIASEN und WARREN über die Struktur der Gläser aus. Man sollte aber bedenken, daß diese Vorstellungen insofern lückenhaft sind, als sie nur eine dreidimensionale Vernetzung berücksichtigen. Logischerweise sollten in einem Glas neben diesen dreidimensionalen auch niedriger-dimensionale Vernetzungen bis zu mehr oder weniger großen „Molekülhaufen“ (Inseln) auftreten können. Außerdem sollte die Möglichkeit existieren, daß stellenweise die ideale Unordnung eines Glases in mehr oder weniger geordnete Bereiche im Sinne einer, in der Ausdehnung beschränkten, Periodizität übergeht.

Wenn man also nicht nur die Möglichkeit einer dreidimensionalen Vernetzung im Auge behält, ergeben sich von vornherein mehr freie Bindungen, die nicht erst durch die Aufsprengung des dreidimensionalen Netzes geschaffen werden müssen. Es sollte also versucht werden, mit der von mir vorgeschlagenen Vorstellung (Glastechn. Berichte 22, 1948, 11—17) auch in Ihrem Falle Erklärungen zu finden, die sich ohne dieselben nicht so leicht anbieten. Diese Vorstellung scheint mir die Möglichkeit zu bieten, manche, bisher schwer verständliche physikalische Eigenschaften der Gläser einer Erklärung näherzubringen, wie auch eine Verbindung herzustellen zwischen den WARREN'schen Vorstellungen und der „Kristallit-Theorie“ russischer Forscher.

Vor wenigen Wochen hat in Paris H. RICHTER, Stuttgart, über die Struktur des glasigen B_2O_3 vorgetragen. Aus seinen röntgenographischen Untersuchungen geht hervor, daß in diesem Glas „geordnete“ Bereiche existieren. Ich bin überzeugt, daß künftig noch weitere Bestätigungen meiner Vorstellung erfolgen werden.

NEUMANN: Sind Absorptionsmessungen im UR bei zunehmenden Temperaturen gemacht worden?

KODES: Nein, dies war mit der benutzten Apparatur nicht ohne weiteres möglich.

F. ROST (München): Untersuchungen an Kesselschlacken.

In Fortführung baustoffchemischer Forschungsarbeiten über die Verwendung von Kesselschlacken als Leichtbetonzuschlag wurden die aus den bayerischen Braunkohlengebieten — Oberpfalz und Alpenvorland — anfallenden Schlacken auf ihre Zusammensetzung und ihren Mineralbestand hin untersucht. Die chemische Analyse wurde durch ein spektralanalytisches Verfahren ergänzt, der Mineralbestand kristallographisch in Auf- und Durchlicht und röntgenographisch ermittelt. Das Verhalten einzelner Mineral-komponenten, vor allem Schwefelverbindungen wurde bei Sinterung und Schmelzung in einer Modellschlacke verfolgt.

W. GEILMANN (Mainz): Analyse von Gläsern aus 3 Jahrtausenden

Nach kurzer Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung der Glasschmelztechnik wurde durch zahlreiche Analysenergebnisse an Gläsern aus dem Zeitraum von rund 1800 v. Chr. bis 1800 n. Chr. gezeigt, daß die Zusammensetzung der orientalischen Gläser einschließlich der bis zum 5. Jahrh. n. Chr. auf deutschem Boden erzeugten römischen Gläser sich weitgehend gleichen. Es sind Natrium-Kalkgläser mit geringem Phosphatgehalt.

Sie verschwinden im deutschen Gebiet im 9. Jahrh. n. Chr., und es treten ausschließlich Kali-Kalkgläser mit hohem Kalk-, Phosphat- und Mangangehalt auf. Aus Buchenasche und Sand erschmolzene Gläser decken sich in ihrer Zusammensetzung völlig mit der der Gläser des 8.—18. Jahrhunderts.

Die Färbung der Gläser ist im wesentlichen durch schwankenden Mangangehalt der Aschen und der mehr oder weniger stark reduzierenden oder oxydierenden Ofenatmosphäre bedingt. — Anschließend wurde kurz der Verlauf der Verwitterung dieser Gläser im Boden behandelt, wobei es zur Abscheidung von MnO_2 in den Verwitterungskrusten kommt, während Alkali und Kalk weitgehend der Auswaschung unterliegen.

Die Blaufärbung alter Gläser ist, entgegen anderer Auffassung stets durch Kobalt bedingt, oft im Gemisch mit Kupfer. Die gleichzeitig vorhandenen geringen Gehalte an Nickel und Arsen weisen auf die unmittelbare Verwendung von Kobalterzen hin.

Fortschr. Min.	33	2	155—175	Stuttgart, August 1955
----------------	----	---	---------	------------------------

Magnetismus und Kristallstruktur bei Mineralen

Von JOH.-E. HILLER, Berlin-Charlottenburg

Mit 5 Figuren und 5 Tabellen im Text

1. Magnetismus bei Mineralen

Beobachtungen von Magnetismus an Mineralen, besonders an Magnetit, gehören zu den ältesten mineralogischen Erkenntnissen. Obgleich aber heutzutage kein Zweifel besteht, daß der Magnetismus eine Kristalleigenschaft ist, sind unsere Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen der Kristallstruktur und dem Auftreten dieser Erscheinung noch gering, und wir finden infolgedessen in den Hand- und Lehrbüchern der Kristallographie ausschließlich sehr kurze Hinweise auf diese sicher nicht unwichtigen Verhältnisse. Es erscheint daher von Nutzen, unsere heutigen Kenntnisse und Absichten über diesen Zusammenhang einmal kurz zusammenzufassen, wobei wir uns zunächst auf die Tatsache des Auftretens des an Austauschkräfte gebundenen Magnetismus, also Ferromagnetismus, Antiferromagnetismus und Ferrimagnetismus beschränken wollen. Quantitative Angaben sind vorläufig nur in recht vereinzelten Fällen bekannt und, soweit es sich um ältere Untersuchungen handelt, deshalb fragwürdig, weil das Versuchsmaterial keiner gründlichen mineralogischen und mikroskopischen Untersuchung unterworfen wurde. Eine solche ist aber gerade bei Mineralen unumgänglich, weil die häufigen Verunreinigungen, Mischkristallbildungen, Entmischungen und diadocher Ersatz von Bauteilchen, die Verspannungen und Verzerrungen des Gitters verursachen können, zu Resultaten führen, die nur für das einzelne untersuchte Stück, mindestens was die quantitativen Meßergebnisse betrifft, charakteristisch sind. Von solchen Verzerrungen und Verspannungen des Gitters, zu denen bei polykristallinem Material noch Gefüge- und Korngrößenverhältnisse kommen, sind, wie man aus der Metallkunde weiß, die Werte von Remanenz und Koerzitivkraft abhängig. Beides sind störungsempfindliche („strukturempfindliche“ nach SMEKAL) Eigenschaften des Kristalls. Wie man nun gelernt hat, durch Legierungen und geeignete thermische Behandlung ferromagnetisches Material mit ganz bestimmten Eigenschaften zu erzeugen, so könnte eine genaue Kenntnis dieser Verhältnisse bei Mineralen Rückschlüsse auf die physikalisch-chemischen Bedingungen ihrer Bildung gestatten. Davon sind wir jedoch noch weit entfernt.

Einwandfrei ferro- bzw. ferrimagnetische Minerale sind nicht häufig. Hierher gehören außer dem gediegenen Eisen vor allem der Magnetit (Fe_3O_4) und einige isotype Verbindungen wie Franklinit (ZnFe_2O_4), Jakobisit (MnFe_2O_4), Chromit (FeCr_2O_4), ferner Maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) und Ferrotin, wahrscheinlich eine Teilpseudomorphose zwischen Hämatit und Magnetit (1). Weiter sind zu nennen der Magnetkies (FeS), der Cubanit (CuFe_2S_3), der Heazlewoodit (Ni_3S_2) und der Shandit (2) ($\text{Ni}_3\text{Pb}_2\text{S}_3$). Der pseudo-

kubische Sitaparit, der ebenfalls ferromagnetisch ist, unterscheidet sich von dem wirklich kubischen Bixbyit ($(\text{Mn}, \text{Fe})_2\text{O}_3$) durch teilweisen Ersatz des Mn durch Ca (3). Hierdurch scheinen im Gitter Spannungen aufzutreten, so daß optisch anisotrope Lamellen den pseudokubischen Kristall aufbauen. Möglicherweise beruht auch der Magnetismus hier auf diesen Gitteranomalien. Des öfteren erweist sich auch der Hämatit und der Ilmenit als ferromagnetisch. In wirklich reinem Zustand dürften diese Minerale paramagnetisch sein. Der Ferromagnetismus des Ilmenit ist wahrscheinlich auf eingelagerten Magnetit, z. B. als Entmischungskörper eines Magnetoilmenits (3) zurückzuführen. Beim Hämatit sind häufig ebenfalls Magnetitbeimischungen, die bei den komplizierten Verhältnissen zwischen Fe_2O_3 und Fe_3O_4 verschiedene Ursachen haben können, Träger des Magnetismus. Daneben beschreibt P. RAMDOHR (3) noch ungeklärte Entmischungen in deutlich magnetischen Hämatiten, die nur von einer mikroskopisch fast nicht mehr wahrnehmbaren Größe sind. Da diese Erscheinungen die Hämatite weder im Chemismus noch in der Optik von normalen merklich abweichen lassen, werden sie von CANAVAN und EDWARDS¹⁾ als Mikrozwillingbildungen durch Innenspannung angesehen.

Von den schwach magnetischen eisenhaltigen Silikaten, wie gewissen Pyroxenen, Amphibolen, Olivinen usw., die sich bekanntlich durch den Elektromagneten abscheiden lassen, sei hier abgesehen. Ebenso von paramagnetischen Mineralen. Jedoch müssen einige auch als Minerale auftretende antiferromagnetische Minerale besprochen werden, z. B. Hämatit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), Manganosit (MnO), Bunsenit (NiO). Wenn die letzteren als Minerale auch nur eine untergeordnete Rolle spielen, so sind doch ihr magnetisches Verhalten und die Ergebnisse der Strukturuntersuchung mit Neutronenstrahlen von besonderem kristallographischem Interesse.

2. Voraussetzungen für das Auftreten von Ferro-, Antiferro- und Ferri-magnetismus

Die Erscheinung des Ferromagnetismus ist altbekannt, jedoch erst nach ihrer theoretischen Deutung durch W. HEISENBERG konnten in den dreißiger Jahren durch theoretische und experimentelle Arbeiten, vor allem von L. NÉEL, der Antiferromagnetismus und 1948 der Ferrimagnetismus als besondere physikalische Eigenschaften erkannt werden. Die allgemeinen Gesichtspunkte ihres Zusammenhanges mit dem Kristallgitterbau sei den speziellen Erörterungen vorangeschickt.

a) Ferromagnetismus

Das Auftreten von Ferromagnetismus ist hauptsächlich an zwei Voraussetzungen gebunden:

1. Ferromagnetismus ist im Gegensatz zum Dia- und Paramagnetismus eine Kristalleigenschaft, die auf das Verhalten einzelner Atome zurückzuführen ist. Nur im kristallisierten Zustand kann Materie ferromagnetisch

¹⁾ Zitiert nach P. RAMDOHR (3).

sein, daher ist z. B. Eisendampf unmagnetisch. Es läßt sich auch theoretisch zeigen, daß nur Raumgitter als Träger des Ferromagnetismus in Frage kommen, nicht aber Flächengitter oder lineare Atomketten (4). Auf den Zusammenhang zwischen Ferromagnetismus und Kristallstruktur wird noch zurückzukommen sein.

2. Die zweite Voraussetzung ist atomphysikalischer Art und bezieht sich auf den Elektronenbau der am Aufbau des ferromagnetischen Stoffes beteiligten Atome und der daraus resultierenden Gitterbindungsenergie. Die letztere ist wiederum von der Anordnung der Atome im Kristallgitter beeinflusst und außerdem vorläufig noch nicht in Zahlen angebbar. Hierdurch sind die Verhältnisse kompliziert und teilweise undurchsichtig.

Wir können den Ferromagnetismus dadurch charakterisieren, daß schon durch ein schwaches äußeres Feld eine unverhältnismäßig starke Magnetisierung hervorgerufen wird, die aus dem magnetischen Moment der einzelnen Atome nicht zu erklären ist. Das gleiche gilt für die Feldstärkenabhängigkeit der Suszeptibilität und das Verschwinden dieser Erscheinungen bei der Curie-Temperatur. Die spontane Magnetisierung durch ein äußeres Feld wurde von P. WEISS (5) durch die Annahme eines inneren Feldes gedeutet, das bestimmte Kristallbereiche magnetisiert. Da diese Bereiche aber zunächst ungerichtet sind, erzeugen sie nach außen kein magnetisches Moment. Ein zusätzliches äußeres Feld veranlaßt dann jedoch das Einregeln der Bereiche in die Feldrichtung, wobei nicht nur an eine Ausrichtung der Bereiche nebeneinander, sondern auch an ein Wachsen bereits in Richtung des äußeren Feldes liegender Bereiche auf Kosten benachbarter noch nicht ausgerichteter zu denken ist. Die Größe solcher Bereiche ist von H. KÖNIG (6) untersucht worden. Sie kann in verschiedenen Materialien außerordentlich variieren und ist vor allem auch von inneren Spannungen im Kristall abhängig. So kann ein Einkristall aus mehreren Bereichen bestehen. Es kann aber auch durch starke äußere Spannungen ein polykristalliner Draht (Permalloydraht unter Zug) einen einzigen ferromagnetischen Bereich darstellen. Von dünnen, aufgedampften Schichten nimmt H. KÖNIG jedoch an, daß nur die Kristallenergie die Größe der Bereiche beeinflusst und kommt durch Messung der Minimalgröße von Kristallen, die noch ferromagnetisch sind, zur Größe der ferromagnetischen Elementarbereiche. Hierbei ergab sich für Eisen eine Kantenlänge von $10\text{--}12\text{ \AA}$, d. i. bei einer Gitterkonstanten von $2,86\text{ \AA}$ ein Bereich von $4^3 = 64$ Elementarzellen. Beim Maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) wurde ein erheblich größerer Wert von R. HAUL und Th. SCHOON (7) gefunden, nämlich $30\text{--}40\text{ \AA}$. Dabei weist H. KÖNIG darauf hin, daß bei der größeren Gitterkonstanten dieses Stoffes ($a = 8,4\text{ \AA}$) ebenfalls 64 Elementarzellen resultieren. Ob diese Analogie jedoch Bedeutung hat, kann sich erst bei weiteren Messungen an anderen Substanzen zeigen; denn es ist zu bedenken, daß in der Zelle des $\alpha\text{-Fe}$ 2 Eisenatome, in der des $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ jedoch 24 enthalten sind.

Die theoretische Deutung des oben erwähnten inneren Feldes gelang erst W. HEISENBERG (8) auf wellenmechanischer Grundlage. Er zeigte, daß innerhalb der ferromagnetischen Elementarbereiche die Spins der Elektronen des obersten besetzten Energiebandes parallel gerichtet sind. Die Energie, welche diese Parallelrichtung der Spins ermöglicht, ist die elektrische

Austauschenergie zweier zu benachbarten Atomkernen a und b gehöriger Elektronen 1 und 2, die zur Verfügung steht, wenn das sich aus den Elektroneneigenfunktionen ergebende Austauschintegral (4)

$$A = \int \varphi^1_a \cdot \varphi^2_b \cdot \varphi^2_a \cdot \varphi^1_b \left[\frac{1}{r_{ab}} - \frac{1}{r_{a_2}} - \frac{1}{r_{b_1}} + \frac{1}{r_{12}} \right] \delta\tau$$

positiv ist. Das ist aber nur dann der Fall, wenn der mittlere Abstand der beiden auszutauschenden Elektronen r_{12} klein, die Abstände Kern-Elektron r_{a_2} und r_{b_1} dagegen groß sind. Ferromagnetismus tritt demnach dann auf, wenn die Spins der Elektronen parallel gerichtet sind, d. h. wenn das Austauschintegral positiv ist. Das ist aber an die Voraussetzung geknüpft, daß überhaupt ein solcher Elektronenaustausch möglich ist. Es muß daher eine unabgeschlossene Schale mit hoher Azimutalquantenzahl vorliegen. Diese Bedingung wird von allen Übergangselementen erfüllt. Außerdem muß der

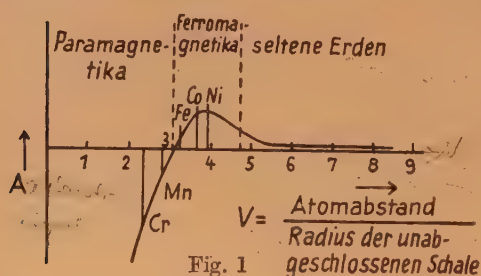


Fig. 1

$$V = \frac{\text{Atomabstand}}{\text{Radius der unabgeschlossenen Schale}}$$

Kernabstand der Atome im Gitter groß sein im Verhältnis zum Radius der unabgeschlossenen Elektronenschale. Dieses Verhältnis regelt nicht nur das Vorzeichen, sondern auch den Betrag des Austauschintegrals. Wie Fig. 1 (9) erkennen läßt, ist für kleine Werte Gitterabstand/Radius Schale, das Austauschintegral negativ. Erhält der Quotient den Wert 3,

das findet zwischen dem Mangan und Eisen statt, so wird es positiv und der Ferromagnetismus von Fe, Co, Ni tritt in Erscheinung. Bei Werten größer als 4, wie wir sie z. B. bei den seltenen Erden finden, nähert sich der Betrag des Austauschintegrals asymptotisch wieder 0. Pd und Pt haben Werte unter 3, so daß tatsächlich die günstigsten Verhältnisse für das Auftreten des Ferromagnetismus bei den Elementen der Eisengruppe zu finden sind. Es zeigt sich dies in den hohen Curie-Temperaturen dieser Elemente, da bei ihnen eine erhebliche Zufuhr thermischer Energie notwendig ist, um die Parallelstellung der Spins aufzuheben und den ferromagnetischen Zustand in den paramagnetischen überzuführen. Die Curie-Temperatur ist demnach proportional dem Betrag des Austauschintegrals.

Im einzelnen hat J. C. SLATER (10) die Quotienten

$$q = \frac{\text{Gitterabstand}}{\text{Radius der d-Schale}} \text{ wie folgt abgeschätzt:}$$

Element:	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Pd	Pt
q:	2,24	2,36	2,94	3,26	3,64	3,96	2,82	2,46
	Ce	Yb						
	3,20	5,28						

An dem Auftreten des Gitterabstandes der für den Ferromagnetismus verantwortlichen Atome im Austauschintegral erkennen wir den ersten Zu-

sammenhang zwischen Ferromagnetismus und Gitterbau. Die Realität dieses Einflusses konnte die Metallkunde an Legierungen von Mn und Cr mit Einlagerungsstrukturen nachweisen. Entsprechend dem kurz unterhalb 3 liegenden Quotienten q sind diese Elemente nicht ferromagnetisch. Wird aber durch Einlagerung von P, As, Sb, Bi der Abstand Mn—Mn aufgeweitet, so erhält der Quotient q in den Verbindungen MnP, MnAs, MnSb, MnBi Werte zwischen 3 und 4, und Ferromagnetismus wird beobachtet. Beim Cr liegen die Verhältnisse weniger günstig, sind prinzipiell aber ähnlich. Neben einer Vergrößerung des Abstandes benachbarter Metallatome tritt aber bei der Einlagerung von Metalloiden oder beim Hinzulegieren von anderen Metallen auch eine zumindest partielle Änderung im Bindungszustand des Gitters auf, die sich bisher nur in einzelnen Fällen übersehen läßt. Dadurch wird der Vorgang in vielen Fällen komplizierter. Das zeigt sich bei der Einlagerung von Stickstoff in Mangan (11). Auch hier ist die Magnetisierungsintensität eine lineare Funktion des Gitterabstandes des γ -Mangans. Wird aber die durch den Stickstoff verursachte Gitteraufweitung durch Cu-Zusatz stabilisiert und der Stickstoff wieder entfernt, so verschwindet auch der Ferromagnetismus. Er ist also nicht nur an die Gitteraufweitung, sondern auch an die Mitwirkung des Stickstoffs gebunden. Besonders bei der späteren Betrachtung der Sulfide und anderer Chalkogenide darf die Möglichkeit einer solchen Mitwirkung von Metalloidatomen bei der Entstehung des Ferromagnetismus nicht außer acht gelassen werden.

Nicht immer ist der kürzeste Abstand Me—Me von ausschlaggebender Bedeutung für den Ferromagnetismus, sondern es müssen auch die Nachbarn höherer Sphäre und die Koordinationszahl in Betracht gezogen werden. Mindestens die Nachbarn 3. Sphäre sind bei homöopolarer Bindung nach I. N. STRANSKI (12) noch von Einfluß auf die Gitterbindung und J. C. SLATER (13) fand bei der Berechnung der Kohäsion des Natriumgitters die Nachbarn 2. und 3. Sphäre von entscheidendem Einfluß. Auf diese Zusammenhänge hat zuerst U. DEHLINGER (14) (15) bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen dem Eisengitter und seinem Ferromagnetismus hingewiesen. Er geht von der Tatsache aus, daß das kubisch-innenzentrierte Gitter des ferromagnetischen α -Fe bei der Curie-Temperatur ohne Gitteränderung in das β -Fe übergeht, das einen stark temperaturabhängigen Paramagnetismus besitzt. Das kubisch-flächenzentrierte γ -Fe hingegen zeigt nur fast temperaturunabhängigen Paramagnetismus. Auf Grund anderer Beobachtungen kann dies nur dadurch erklärt werden, daß die Resultante der Austauschintegrale zwischen den Atomrümpfen des flächenzentrierten Fe-Gitters negativ ist, während sie im innenzentrierten wegen des Ferromagnetismus positiv sein muß. Nun sind die kürzesten Fe—Fe-Abstände in beiden Gittern nur wenig voneinander verschieden: α -Fe, $a_w = 2,86 \text{ \AA}$, Fe—Fe = $2,47 \text{ \AA}$; γ -Fe $a_w = 3,63 \text{ \AA}$ (bei 1100° C), Fe—Fe = $2,56 \text{ \AA}$ (U. DEHLINGER gibt den gleichen Abstand $2,52 \text{ \AA}$ für beide Modifikationen an, bei den Gitterkonstanten $2,91$ bzw. $3,58 \text{ \AA}$). Bei der guten räumlichen Abschirmung eines Atoms durch seine 12 Nachbarn 1. Sphäre im kubisch-flächenzentrierten Gitter sind die Austauschwirkungen wahrscheinlich auf diese Nachbarn 1. Sphäre beschränkt. Das ist jedoch im kubisch-innen-

zentrierten Gitter mit der Koordinationszahl 8 nicht der Fall, und daher müssen auch die 6 Nachbarn der 2. Sphäre im Abstand $2,86 \text{ \AA}$ und wahrscheinlich die 12 Nachbarn 3. Sphäre im Abstand $4,04 \text{ \AA}$ berücksichtigt werden. Ist nun bei einem Abstand von ca. $2,5 \text{ \AA}$ das Austauschintegral noch negativ, so bleibt es dies im Falle des γ -Fe-Gitters, beim α -Fe jedoch wird es bei Gesamtberücksichtigung der an der Austauschwirkung beteiligten Atome positiv, da die Austauschintegrale zu den Atomen höherer Sphären infolge des größeren Gitterabstandes positive Beträge haben.

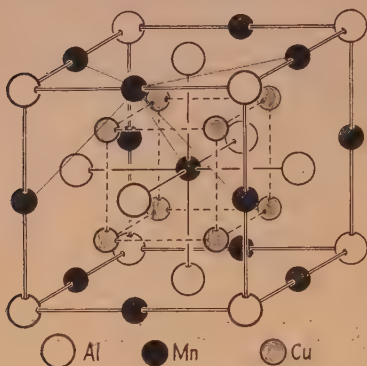


Fig. 2. Gitter des Cu_2AlMn

6 Al in 2. Sphäre ($2,95 \text{ \AA}$) und erst in 3. Sphäre ($4,17 \text{ \AA}$) 12 Mn. Im ungeordneten Zustand würden auch in 1. Sphäre schon Mn-Atome auftreten und bei dem nahen Abstand Mn—Mn würde ein negatives Austauschintegral die Folge sein.

Es ist hier nicht der Platz, auf den Zusammenhang zwischen Gitterbau und Ferromagnetismus bei den Legierungen im einzelnen einzugehen. Ansätze, die die Grundlagen für diese Beziehungen aufzeigen, finden sich z. B. bei U. DEHLINGER (14). Ganz allgemein kann man feststellen: Bei Zusatz von geringen Mengen Legierungsbestandteilen zu Metallen mit Ferromagnetismus bleibt dieser erhalten, wobei allerdings schon wenig Beimengung die Koerzitivkraft und die Resonanz beeinflussen, während sich größere Mengen auch auf Sättigungsmoment und Curie-Temperatur auswirken. Bei Cr und Mn können die hinzugefügten Stoffe durch Gitteraufweitung den Ferromagnetismus hervorrufen. Hierher gehören u. a. Einlagerungsstrukturen. Es zeigt sich dabei aber, daß die Fremdmetalle nicht ausschließlich eine Verdünnung oder eine Gitteraufweitung bewirken, sondern daß auch ihre Spins mit denen des Grundmetalls in Wechselwirkung treten und dadurch die magnetischen Eigenschaften der Legierung mitbestimmt werden. Bei Legierungen von Mn, Ni, Co, Fe, die zu den Hume-Rotheryphasen gehören, also von Metallen II. Art, wird der Ferromagnetismus meist durch Umladung vernichtet. Bei den ternären HEUSLERSchen Legierungen ist dies nicht der Fall. Während die Legierungen der Übergangsmetalle untereinander, wenn sie komplizierten Gittertypen angehören, nicht ferromagnetisch sind, ist dies häufig bei Legierungen mit Metallen II. Art, die keine

In diesem Zusammenhange seien noch die HEUSLERSchen Legierungen (z. B. Cu_2AlMn , Fig. 2) erwähnt. Auch hier tritt Ferromagnetismus nur auf, wenn das Mn in erster Sphäre keinen Mn-Nachbarn besitzt. Das trifft nur bei idealer Ausbildung der Überstruktur zu. Jede ungeordnete Verteilung der Elemente im Gitter, sei es durch nicht genau stöchiometrische Zusammensetzung oder durch Fehlordnung, setzt die Magnetisierungswerte herab (16). Während im ungeordneten Zustand die Cu- und Mn-Atome über beide Gitterplätze verteilt sind, hat im geordneten Zustand jedes Mn 8 Cu-Nachbarn in 1. Sphäre ($2,54 \text{ \AA}$),

Hume-Rotheryphasen bilden, der Fall, wie z. B. beim Eisen: Fe_2Sn , FeSn , FeSn_2 , Fe_3Si , Fe_4Sb_3 , Fe_2B oder NiB , Ni_3Sb u. a. Legierungen mit Metall-oiden, die dann wahrscheinlich eine schon mehr heteropolare Ladungsverteilung besitzen und Übergänge zu salzartigen Verbindungen darstellen, sind ebenfalls häufig ferromagnetisch, wenn auch meist schwächer als echte Legierungen, z. B. Fe_3C , Mn_3C , Mn_2N , Mn_2P , Fe_2P , Mn_3P , Fe_3P , Mn_2As , Mn_2Sb , MnS und die Verbindungen mit NiAs-Typ (das namengebende NiAs allerdings selbst nicht) bzw. mit B_{31} -Typ, wie MnAs , FeSb und eine Reihe Chalkogenide von Cr, Fe, Ni, Co. Bei dieser letzten Gruppe haben wir es mit Stoffen zu tun, wie sie in gleicher Weise auch bei den ferromagnetischen Mineralen vorliegen.

b) Antiferromagnetismus

Es sei noch einmal kurz zusammengefaßt: Beim ferromagnetischen Kristall werden durch ein äußeres magnetisches Feld gleichorientierte Bereiche erzeugt, wobei die Elektronenspins parallel gerichtet sind. Die Energie der magnetischen Wirkung zwischen zwei Atomen a und b läßt sich durch die Gleichung (17)

$$W = -A \cdot S_a \cdot S_b$$

wiedergeben, worin A dem Austauschintegral, S_a und S_b vektoriell aufzufassende Ausdrücke für die Spins der Atome a und b sind. Im Falle des Ferromagnetismus ist demnach $S_a = S_b$, d. h. die Spins sind parallel. Im antiparallelen Falle, also $S_a = -S_b$, wird das resultierende Gesamtmoment 0, d. h. es liegt Antiferromagnetismus vor. Man muß sich dabei vorstellen, daß im Kristall zwei verschiedene Arten magnetischer Bereiche entstehen, die entgegengesetzt magnetisiert sind. Als antiferromagnetisch sind z. B. bekannt: MnO , FeO , FeS (stöchiometrisch), CoO , NiO , MnF_2 , FeF_2 , $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, Fe_3O_4 (Tiefemperatur-Modifikation).

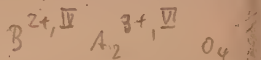
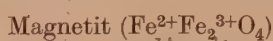
Am Beispiel des MnO , das im Steinsalzgitter kristallisiert, läßt sich diese Aufteilung in entgegengesetzte Bereiche besonders gut erkennen. In diesem Gittertyp sind Metall- und O-Ionen in abwechselnden Schichten nach (111) angeordnet. Innerhalb einer solchen Mn-Schicht haben nun die Atome parallelen Spin, dessen Richtung jedoch von Schicht zu Schicht entgegengesetzt ist (18). Entgegen dem röntgenographischen Befund sind nun aber die vier (111)-Ebenen mit Mn, die sich durch eine Elementarzelle legen lassen, nicht mehr von physikalisch identischen Teilchen besetzt, sondern nur die Ebenen durch 000 und 110 sowie durch 100 und 111 sind gleich. Die Identitätsperiode in Richtung der Zellkanten müßte daher verdoppelt werden. Da im Gegensatz zu den Röntgenstrahlen am Kristallgitter gebeugte Neutronenstrahlen Auskunft über den Elektronenspin der Atome zu geben vermögen, konnte diese Verdoppelung der Gitterkonstanten auch tatsächlich nachgewiesen werden (19).

Ähnlich ist es beim Hämatit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), bei dem jedoch eine Verdoppelung der c-Gitterkonstante, die Fe-Schichten liegen senkrecht zur Trigyre parallel (0001), nicht notwendig ist, da die Spinrichtungen sich wie $+-+$ auf die Ebenen verteilen (20). Beim FeF_2 , das Rutilgitter besitzt, durchdringen sich die Teilgitter mit verschiedener Spinrichtung derart, daß die

Eckatome der Zelle ein Gitter mit der einen, die raumzentrierenden Atome ein analoges mit der anderen Richtung bilden (18). Jedes Fe-Atom ist somit in 8-Koordination von Fe-Atomen der anderen Spinrichtung umgeben.

c) Ferrimagnetismus

Bei dem von L. NÉEL (21) (22) entdeckten Ferrimagnetismus haben wir es mit einem nicht kompensierten Antiferromagnetismus zu tun. Wieder liegen zwei verschiedene magnetische Bereiche mit antiparalleler Spinrichtung vor, deren Moment aber nicht Null wird. Nach obiger Gleichung ist also $S_a \neq -S_b$. Im einzelnen seien die Verhältnisse am Magnetit, an dem L. NÉEL den Ferrimagnetismus entdeckte, dargestellt.



Der Magnetit kristallisiert mit Spinellgitter, er ist also kubisch; trotzdem ist er magnetisch nicht isotrop, und schon von P. WEISS (23) wird angegeben, daß die Magnetisierung nach [111] i. allg. den größten, nach [110] den mittleren und nach [100] den kleinsten induzierten Magnetismus zeigt.

Wir können das Spinellgitter als eine nahezu kubisch-dichteste Kugelpackung von Sauerstoffionen beschreiben, deren tetraedrische und oktaedrische Lücken von Metallionen besetzt werden. In letzterer Lage, also mit 6-Koordination, sind in der Normalstruktur die dreiwertigen A-Kationen, in ersterer Lage die zweiwertigen B-Kationen untergebracht. Bei den inversen Spinellen jedoch liegen in den Lücken mit 6-Koordination die eine Hälfte der A- und die B-Kationen, während die zweite Hälfte der A-Kationen die Plätze mit 4-Koordination einnimmt. Diese Spinelle können durch die Formel $(\text{AB})^{\text{VI}} \text{A}^{\text{IV}} \text{O}_4$ charakterisiert werden.

Der Magnetit und alle ferromagnetischen Fe-Spinelle scheinen zu diesen inversen Spinellen zu gehören: So sind z. B.

ZnFe_2O_4 und CdFe_2O_4 paramagnetisch, normale Struktur,

MgFe_2O_4 und FeFe_2O_4 ferromagnetisch, inverse Struktur.

Schreiben wir die Formeln der beiden letzteren wie oben:

$(\text{Fe}^{3+}\text{Mg})^{\text{VI}} \text{Fe}^{3+\text{IV}} \text{O}_4$ bzw. $(\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+})^{\text{VI}} \text{Fe}^{3+\text{IV}} \text{O}_4$, so ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, daß der Ferromagnetismus der Fe-Spinelle die Existenz von Fe^{3+} in den Tetraederlücken der Sauerstoffpackung zur Voraussetzung hat. Es ist auch gezeigt worden (24, 25, 26), daß im Fe-Spinell die Fe^{3+} durch Zn^{2+} , Cd^{2+} , Ga^{3+} , In^{3+} aus den Tetraederlücken verdrängt werden können, wobei die Curie-Temperatur ungefähr proportional der Konzentration der d^{10} -Ionen absinkt. Dabei gehen die Fe in die Oktaederlücken. E. KORDES (27) hat ferner an dem tertiären Spinell LiFeTiO_4 , bei dem er Li und Ti in den Oktaederlücken und Fe nur in den Tetraederlagen annimmt, Ferromagnetismus festgestellt. Nimmt man die Höhe der Curie-Temperatur als Maß für den Betrag des Austauschintegrals an, so zeigt beim LiFeTiO_4 der relativ niedrige Wert von 130°C , daß bei Verbindungen mit Fe in 6-Koordination auch diese an der Wechselwirkung teilnehmen. Vergleichsweise ist die Curie-Temperatur von $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (mit 1,4 Mol.-% KOH stabilisiert und mit fast der gleichen Gitterkonstanten ($a = 8,32 \text{ \AA}$) wie LiFeTiO_4 ($a =$

8,34 Å) nach E. KORDES (27) 665°. Magnetit mit $a = 8,41$ Å hat eine Curie-Temperatur von 570°. Fe_2MgO_4 mit $a = 8,34$ Å von 330°. Aber auch andere Ionen mit unvollständiger 3d-Schale erhöhen die Wechselwirkung. So steigt nach E. KORDES (27) die Curie-Temperatur z. B. von 50° bei FeMgCrO_4 auf 325° bei FeNiCrO_4 oder von 100–150° bei FeMgAlO_4 auf 350° bei FeNiAlO_4 .

Betrachten wir nun die Lage der Metallatome zueinander im Spinellgitter, so sehen wir, daß jedes A von 6 B und jedes B von 12 A im Abstand 0,415a umgeben ist. Die Abstände sind im einzelnen in Å:

	a	A—A	A—B	B—B
Fe_3FeO_4	8,41	2,97	3,49	3,64
Fe_2MgO_4	8,34	2,95	3,46	3,61

Dabei bilden die A-Atome Ketten parallel [110] und die B-Atome Atompaare parallel [111], die miteinander mehrfach gewinkelte Ketten in Richtung der Raumdiagonalen ergeben. Letztere haben aber vor den Ketten parallel [110] den Vorzug, daß die einzelnen Eisenatome nur sehr wenig durch dazwischenliegende Sauerstoffatome abgeschirmt werden, und daher wohl zur Ausbildung von Atombindungen praedestiniert sind. Diese Abschirmung ist zwischen benachbarten A-Atomen und besonders zwischen den A- und B-Nachbarn sehr viel größer. In Übereinstimmung mit der Beobachtung des stärksten Magnetismus in der Richtung der dreizähligen Achse erscheinen daher die gewinkelten B—B-Ketten als eine der gittergeometrischen Voraussetzungen des Magnetismus des Magnetits. In diesen Ketten sind die B—B-Abstände wieder die größten und damit Atombindungen mit parallelem Spin, d. h. ein positiver Betrag des Austauschintegrals, am wahrscheinlichsten.

L. NÉEL (21, 22) gibt nun eine Theorie der magnetischen Eigenschaften der Ferrite, die imstande ist, deren ungewöhnliche Eigenschaften, wie die besondere Temperaturabhängigkeit der spontanen Magnetisierung und der paramagnetischen Suszeptibilität oberhalb des Curie-Punktes zu erklären. Wegen des vom üblichen Ferromagnetismus verschiedenen Verhaltens prägt er den Namen Ferrimagnetismus und bezeichnet die Spinelle als Ferrimagnetika.

Nach der Theorie von L. NÉEL sind die Spins der Fe-Atome auf den tetraedrisch und oktaedrisch koordinierten Plätzen jeweils parallel, aber antiparallel zwischen den beiden Arten. Diese Annahme konnte für den Magnetit durch Untersuchung der Neutronenbeugung (28), ebenso für Fe_2NiO_4 (29), bestätigt werden. Durch diese Spinverteilung werden die Momente von Fe^{3+} in beiden Lagen kompensiert und das resultierende Moment stammt von den Fe^{2+} . Die Austauschwechselwirkungen zwischen den Atomen der beiden Gitterplätze sind demnach negativ und wesentlich stärker als die zwischen Atomen mit gleicher Koordinierung. Wie oben bereits ausgeführt, entsprechen nun die Abstände zwischen Atomen der A- und B-Lage durchaus solchen, bei denen positive Beträge der Austauschintegrale zu erwarten wären, ferner sind die Metallatome in dieser Richtung durch die Sauerstoffatome sehr stark abgeschirmt. Diese Schwierigkeit läßt

sich nur dadurch erklären, daß die bei ferromagnetischen Stoffen üblichen direkten Wechselwirkungen durch indirekte, durch sog. Superaustausch ersetzt werden. Dieser kommt durch die Vermittlung der Sauerstoffatome als Überträger nach dem Schema $M-O-M$ zustande.

Seit langem bekannt ist eine Anomalie des Magnetismus und der spezifischen Wärme des Magnetits bei ca. $120^{\circ} K$. Diese Anomalie ist, wie TOMBS und ROCKSBY (30) festgestellt haben, mit einer Gitteränderung zu rhomboedrischer Symmetrie verbunden. Dabei liegt die Annahme nahe, daß eine Spinordnung eintritt, bei der die Eisenatome in einer bestimmten (111)-Schicht parallel in den benachbarten Schichten jedoch antiparallele Spinrichtungen aufweisen, ähnlich den Verhältnissen beim MnO und $\alpha-Fe_2O_3$.

3. Die Gitter der magnetischen Sulfidminerale

Außer den bereits besprochenen Oxyden zeigen noch einige Sulfidminerale Magnetismus. Bei ihnen muß vorläufig bis auf den Magnetkies und wahrscheinlich einige Verbindungen des gleichen Gittertyps dahingestellt bleiben, ob es sich um Ferro- oder Ferrimagnetismus handelt, da einschlägige Bestimmungen nicht vorliegen. Unter diesem Vorbehalt wird im folgenden der alte Begriff Ferromagnetismus beibehalten. Zweifel an seiner Richtigkeit lassen sich insofern nicht unterdrücken, als auch hier stets Metalloidatome (hier Schwefel) zwischen den Metallatomen liegen und damit ebenfalls mindestens z. T. mit indirekten Wechselwirkungen gerechnet werden muß.

Um die Beziehungen zwischen Kristallstruktur und Magnetismus bei Sulfidmineralen zu untersuchen, müssen auch synthetische Substanzen der gleichen oder analoger Zusammensetzung mit einbezogen werden. Allen diesen Stoffen ist gemeinsam, daß es Verbindungen zwischen einem der Übergangsmetalle Cr, Mn, Fe, Co, Ni mit einem Metalloid der Chalkogengruppe eventuell mit einer zweiten an sich nicht magnetischen Metallatomart wie Pb, Cu usw. sind.

Der in Tab. 1 gegebene Überblick über eine Auswahl der in Frage kommenden Verbindungen zeigt, daß der Einfluß des Abstandes der Metallatome voneinander, also des Quotienten $q = \frac{d \text{ Gitterabstand}}{R_{\text{Schale}}}$ hier nicht mehr von ausschlaggebender Bedeutung ist. Durch die Einlagerung der großen Metalloidatome in das Gitter werden die Metall—Metall-Abstände so groß, daß abgesehen von den Chromverbindungen der charakteristische Wert $q = 3$ stets erreicht wird.

Die für Tab. 1 benutzten Zahlen für R_{Schale} wurden aus den SLATERschen q -Werten und dem Atomabstand in den betreffenden Elementgittern zurückgerechnet (Tab. 2). Zum Vergleich wurde der Ionenradius der zweiwertigen Metalle herangezogen, der ungefähr von der gleichen Größe sein muß. Natürlich handelt es sich bei dem „Radius der d-Elektronenschale“ nur um eine sehr schematische Vorstellung, die nur in Annäherung den Ort der größten Ladungsdichte bezeichnen soll, wobei noch zu beachten ist, daß die nicht abgeschlossene d-Schale keine Kugelsymmetrie besitzt.

Tabelle 1

Verbindung	Gittertyp	d Me—Me in Å	q	Ferromagnetismus beobachtet
α -CrS	NiAs	2,87	2,73	(+) sehr schwach
α -CrSe	NiAs	3,00	2,86	—
α -CrTe	NiAs	3,08	2,94	+
α -MnS	NaCl	3,68	4,60	+
β -MnS	Zinkblende	3,96	4,95	+
α -FeS (54 At % S) . . .	NiAs	2,84	3,73	+
FeS ₂	Pyrit	3,82	5,03	—
CoS	NiAs	2,58	3,74	—
CoS ₂	Pyrit	3,99	5,77	+ unter 90° K
β -NiS	NiAs	2,67	4,22	—
NiS ₂	Pyrit	4,06	6,45	—
Ni ₃ S ₂	eigener Typ	2,46	3,91	+

Tabelle 2

Element	q	d Me—Me in Å	R ^S Schale	Ionenradius Me ²⁺ nach L. PAULING
Cr.	2,36	2,49	1,05	1,04 ²⁾
Mn	2,94	2,36 ³⁾	0,80	0,80
Fe	3,26	2,47	0,76	0,75
Co	3,64	2,50	0,69	0,72
Ni	3,96	2,49	0,63	0,70

a) Mangansulfid (Alabandin)

Die Überdeckung des Einflusses des Gitterabstandes der Metallatome durch andere Faktoren wird am MnS besonders deutlich. Während Mangolverbindungen mit Elementen der V. Gruppe der Abstandsregel ausgezeichnet folgen und mit wachsendem q die Curie-Temperatur ansteigt (Tab. 3), ist dies beim MnS nicht der Fall.

MnS kommt auch in der Natur als das Mineral Alabandin vor. Es ist dies das α -MnS mit Steinsalzgitter. Daneben sind synthetisch zwei weitere Modifikationen bekannt. β -MnS mit Zinkblendegitter und γ -MnS mit Wurtzitgitter.

²⁾ Cr hat nur 1 s-Elektron, es muß also der Wert von Cr¹⁺ angenommen werden. Dieser ist nach dem PAULINGschen Wert Cr³⁺ = 0,64 Å interpoliert durch Zuschlag von 0,2 Å für eine Ladungseinheit.

³⁾ β -Mn. Beim α -Mn sind nächstbenachbarte Mn-Atome in 2,24 Å mit KZ = 1, weitere mit KZ = 3 in 2,49 Å. Die entsprechenden Werte für R^SSchale sind dann: 0,85 bzw. 0,76.

Tabelle 3

Verbindung	Gittertyp	d Mn—Mn in Å	q	Θ in C° (31)
Mn	β -Mn	2,36	2,94	—
MnP	B 31	2,69	3,36	~ 42
MnAs	B 31	2,88	3,60	~ 130
MnSb	NiAs	2,89	3,62	~ 330
MnBi	NiAs	3,06	3,82	~ 370

Tabelle 4

Verbindung	Gittertyp	Gitterkonst. (32) Å	Mn hat	
			S-	Mn-Nachbarn
α -MnS	NaCl	5,21	6 in 2,61	12 in 3,68 Å
β -MnS	Zinkblende	5,60	4 in 2,42	12 in 3,96 Å
γ -MnS	Wurtzit	a = 3,98; c = 6,43 Å	1 in 2,41 3 in 2,43	6 in 3,97 Å 6 in 3,95 Å

Trotz der größeren Mn—Mn-Abstände im β - und γ -MnS sind ihre magnetischen Werte (33), die untereinander gleich sind, deutlich kleiner als die des α -MnS. Der Abstand der Metallatome ist hier also nicht maßgeblich. Nun lassen die Manganverbindungen bei den Chalkogeniden der Übergangsmetalle von Cr—Ni ganz allgemein erkennen, daß sie die salzähnlichen Substanzen dieser Gruppe sind (34). Darauf weisen auch die Gittertypen (NaCl und ZnS bzw. ZnO) hin, in denen die Bindung Ionenkovalent (NaCl) bzw. kovalent-Ionen (ZnS und ZnO) ist. Selbst solch schwacher Ferromagnetismus wie beim MnS ist in diesen Gittern ungewöhnlich, da dieser meist auf Gitter mit metallischer bis metallisch kovalenter Bindung beschränkt ist. Die Mn—S-Abstände in allen drei Modifikationen lassen sich gut durch Ionenradien deuten. Für 6-Koordination sind die Radien nach L. PAULING: Mn^{2+} 0,80, S^{2-} 1,84, Mn—S = 2,64 Å in guter Übereinstimmung mit den gefundenen Werten.

Die Verkürzung um 6 % für die 4-Koordination ergibt 2,48 Å. In beiden Fällen sind die gemessenen Werte ein wenig kleiner (besonders bei 4-Koordination). Das ist wohl auf den Anteil kovalenter Bindung zurückzuführen, der sich in der hexagonalen Modifikation besonders in Richtung der c-Achse auszuwirken scheint; dem entspricht das Achsenverhältnis $\frac{c}{a} = 1,617$, statt ideal 1,633. Dabei scheint dem größeren Anteil der kovalenten Bindung Mn—S in den Gittern mit 4-Koordination die stärkere Neigung zur Antiparallelstellung der Spins in der Mn—Mn-Bindung zu entsprechen.

Es könnte aber auch die Möglichkeit bestehen, daß die Atomanordnung des NaCl-Gitters, bei der parallel [110] Kationenketten auftreten, den Magnetismus begünstigt. Wir werden solche Ketten, die man vielleicht als eine Art Voraussetzung für den Magnetismus betrachten könnte, bei den

Strukturen der anderen magnetischen Verbindungen wieder antreffen, und auch beim Magnetit konnten wir die Andeutung solcher Ketten nach [111] bemerken, die als Zickzackkette die Fe-Atome der 4-Koordination verbinden. Die [110]-Ketten des α -MnS liegen in der (111)-Ebene, die als Teilgitter mit paralleler Spinrichtung und damit als Träger des Antiferromagnetismus schon oben beim MnO genannt wurde. In ihnen ist die gegenseitige Abschirmung der Mn-Atome durch die Schwefelatome bei der 6-Koordination des Alabandingitters allerdings sehr gut. Aber der Magnetismus ist auch nur gering und zweitens ist uns über den Einfluß der Metalloidatome bisher nur wenig bekannt. Aufnahmen (35) der Röntgenmissionspektren vom Schwefel und einigen Sulfiden, darunter auch MnS, haben jedoch gezeigt, daß die Atombindungen der Kationen auch das Anion beeinflussen. Außerdem ergibt sich die Beteiligung der Metalloidatome am Ferromagnetismus aus den Untersuchungen von H. HARALDSEN und Mitarbeitern (36) an den Systemen Cr—S, Cr—Se und Cr—Te.

b) Cubanit (CuFe_2S_3)

Sehr viel stärkerer Ferromagnetismus, der auch mit primitiven Magneten leicht zu beobachten ist, findet sich beim Cubanit (CuFe_2S_3). Er ist opak, metallisch glänzend und in der Farbe dem Magnetkies ähnlich, so daß im Gitter kovalent-metallische Bindung angenommen werden kann. Der Magnetismus ist eigentümlich, in Richtung der b-Achse stark ausgeprägt, während das Mineral in der a- und c-Achse fast unmagnetisch ist. Die Struktur wurde von BÜERGER (37) bestimmt: Raumgruppe D_{2h}^{16} Pmm, $Z = 4$, $a = 6,45$, $b = 11,09$, $c = 6,22$ Å.

Punktlagen und Parameter:

	x	y	z
Cu 4c	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{4}$	0,122
S ₁ 4c	$\frac{11}{12}$	$\frac{1}{4}$	0,270
Fe 8d	$\frac{1}{12}$	0,083	0,135
S ₂ 8d	$\frac{5}{12}$	0,083	0,265

Es handelt sich um einen neuen Gittertyp, von dem bisher keine weiteren Vertreter bekannt sind und der gewisse Ähnlichkeiten zur Wurtzitstruktur aufweist. Das Achsenverhältnis $a:b = 1:1,72$ ist ausgesprochen pseudohexagonal und die S-Atome bilden eine fast ideale dichteste Kugelpackung, in deren Tetraederlücken die Metallatome eingelagert sind. Die Tetraeder sind leicht verzerrt und enthalten die Abstände: Cu—S = 2,34, 2,32, 2,19, 2,32 und Fe—S = 2,30, 2,31, 2,30, 2,22 Å. Die beiden letztgenannten Fe—S-Abstände sind die zu der zwei Tetraedern gemeinsamen Kante.

Das Gitter des Cubanits unterscheidet sich aber von dem des Wurtzits dadurch, daß bei letzterem alle Spitzen der Metallschwefel-Tetraeder nach einer Seite (oben) gerichtet sind, während beim Cubanit nur ein Band

parallel a von der Breite $b/2$ diese Lage hat und die benachbarten Bänder — von der gleichen Breite — invers dazu (Spitze nach unten) liegen (Fig. 3), Je zwei Fe-Koordinationstetraeder aus benachbarten Bändern haben dabei eine gemeinsame Kante, deren Mittelpunkt der Ort eines Inversionszentrums ist. Schon BÜRGER bringt in einer Schlußbemerkung seiner Arbeit (37) diese bei halbmimetallischen Sulfiden ungewöhnliche Kopplung zweier Tetraeder über eine gemeinsame Kante mit dem Ferromagnetismus des Cubanits in Verbindung. Dies erscheint mir besonders dann einleuchtend, wenn man die Anordnung aller Fe-Atome im Gitter betrachtet. Diese bilden eine Zickzackkette mit abwechselnd einem kurzen Abstand $\text{Fe—Fe} = 2,71 \text{ \AA}$ zwischen den Schwerpunkten der kantenverbundenen Tetraeder und einem langen Abstand $\text{Fe—Fe} = 3,70 \text{ \AA}$ zwischen zwei in normaler Weise über eine Ecke verbundenen Tetraedern des gleichen Bandes. Die Gesamtstreckung der Ketten liegt parallel der b-Achse, also in Richtung der starken Suszeptibilität.

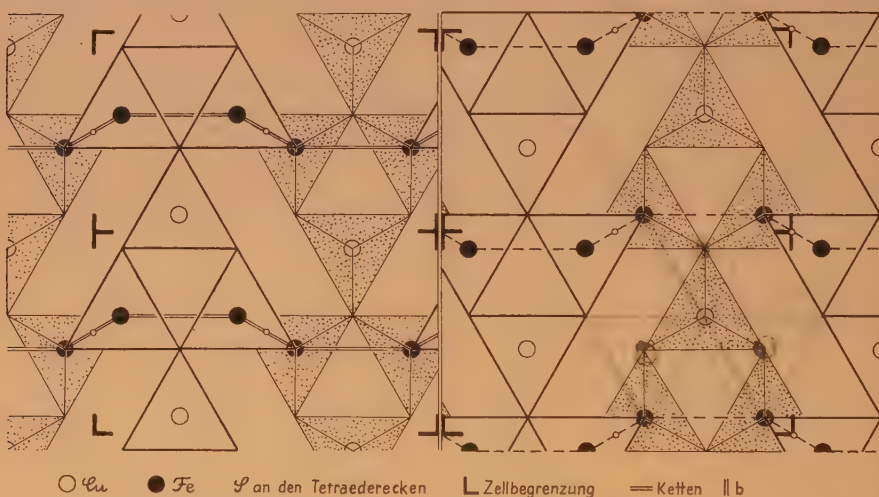


Fig. 3: Gitter des Cubanits, 2 Schichten parallel (001)

c) Heazlewoodit (Ni_3S_2)

Auch der leicht beobachtbare Ferromagnetismus des Heazlewoodits (Ni_3S_2) läßt sich mit einer Kettenbildung der Ni-Atome in Verbindung bringen. Hier haben wir es mit einer metalloiddarmen Verbindung von metallischem Aussehen zu tun, deren Struktur von A. WESTGREN (38) bestimmt und von M. A. PEACOCK (39) verbessert wurde. Heazlewoodit ist rhomboedrisch-pseudokubisch, D_{3d}^7 , $r = 4,072 \text{ kX}$, $\alpha = 89^\circ 25'$, $Z = 1$. 2 S liegen in $\bar{x}\bar{x}\bar{x}$, $\bar{x}\bar{x}\bar{x}$ ($x = \frac{1}{4}$), 3 Ni in $\frac{1}{2} \bar{y}\bar{y}$, $\bar{y}\frac{1}{2}\bar{y}$, $\bar{y}\bar{y}\frac{1}{2}$ ($y = \frac{1}{4}$). Ni ist von 4 S in Form eines verzerrten Tetraeders mit den Abständen 2,25, 2,25, 2,28, 2,28 Å umgeben. Fig. 4 zeigt eine hexagonale Zelle dieser Struktur, aus der zu ersehen ist, daß die Ni-Atome um dreizählige Schraubenachsen parallel der hexagonalen c-Achse angeordnet sind. Der Ni—Ni-Abstand innerhalb

dieser Schraubenketten beträgt $2,51 \text{ \AA}$. Der kürzeste Ni—Ni-Abstand befindet sich jedoch zwischen zwei sich zugewandten Atomen benachbarter Ketten und beträgt $2,46 \text{ \AA}$ (in Fig. 4 in Höhe $\frac{c}{2}$ von der mittleren zur rechten Kette). Ob sich diese Kettenrichtung in der magnetischen Anisotropie eines Heazlewooditkristalls bemerkbar macht, konnte nicht festgestellt werden, da es nicht gelang, Einkristalle von Ni_3S_2 zu züchten.

d) Magnetkies (Pyrrhotin)

Der Magnetkies gehört zu den klassischen ferromagnetischen Mineralen und schon bei HAÜY und LEONHARDT wird über diese Eigenschaft berichtet. Auf die älteren Arbeiten und ihre Ergebnisse soll hier nicht eingegangen werden, sie sind bei KISKYRAS (40) zusammengestellt. In den hexagonalen Kristallen ist der Ferromagnetismus praktisch auf die Basisebene (0001) beschränkt, in Richtung der c-Achse ist der Magnetkies paramagnetisch. Nach neueren Messungen (41) ist die $[11\bar{2}0]$ -Achse die Richtung der leichtesten Magnetisierung und die $[10\bar{1}0]$ -Achse die der schwersten.

Der Magnetkies kristallisiert im NiAs-Gitter (B_8 -Typ), in dem jedoch ein Teil der Fe-Gitterplätze frei bleibt (42 und 43), so daß die chemische Formel einen S-Überschuß von rund 2 % aufweist. Eine Eigentümlichkeit des NiAs-Typs ist es, daß die Metallatome in Ketten parallel der c-Achse angeordnet sind, und daß in diesen Ketten die Abstände Metall—Metall (AA) relativ zu denen Metall—Metalloid (AB) auffallend klein sind. Während nach KLEMM (34) im NaCl-Gitter $AA = 1,41 AB$ beträgt, ist im NiAs-Gitter, bei idealem Achsenverhältnis $\frac{c}{a} = 1,63$, $AA = 1,1 AB$. Infolgedessen ist die Richtung der Metallatomketten zur Ausbildung von Atombindungen besonders geeignet.

Im Magnetkies mit 53,4 At.-% S, bei dem nach HARALDSEN (44) der stärkste Ferromagnetismus beobachtet wird, ist der kürzeste Fe—Fe-Abstand (innerhalb der Ketten) $2,844 \text{ \AA}$. Dies entspricht zwar dem Fe—Fe-Abstand 2. Sphäre im α -Eisen ziemlich genau, den wir gemeinsam mit dem größeren Abstand 3. Sphäre oben für das Auftreten des Ferromagnetismus bei α -Eisen verantwortlich gemacht haben, sicher lassen sich aber die Verhältnisse des Elementgitters nicht ohne weiteres auf die Verbindung FeS übertragen. Es erscheint mir viel eher, als ob zwischen den Eisenatomen innerhalb der Ketten Wechselwirkungen mit negativem Austauschintegral, also Atombindungen mit antiparallelem Elektronenspin vorherrschen. Senkrecht zu diesen Ketten, also in der Basisebene, finden wir jedoch ebenfalls Ketten, die rein geometrisch wegen des größeren Abstandes der Fe-Atome

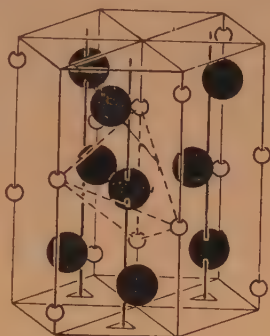
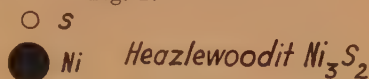


Fig. 4:



nicht so charakteristisch sind. Die Abstände sind hier $3,428$ (44) parallel $[10\bar{1}0]$ und $5,95$ Å parallel $[11\bar{2}0]$. Hier sollte viel eher ein positiver Betrag des Austauschintegrals erwartet werden. Dies wäre auch in Übereinstimmung mit den Meßergebnissen von S. KAYA und Mitarbeitern (41).

Diese Überlegungen werden bestätigt und die Verhältnisse im einzelnen aufgeklärt durch von L. NÉEL veranlaßte neue Untersuchungen. Danach ist der unstöchiometrisch zusammengesetzte Magnetkies ferrimagnetisch (45). Die Fe-Schichten nach (0001) enthalten jeweils Atome mit parallelem Spin, aber aufeinanderfolgende Schichten besitzen die jeweils andere Spinrichtung. Dadurch, daß außerdem jede zweite Fe-Schicht Leerstellen enthält, entsteht die Unsymmetrie, die die völlige Kompensation des magnetischen Momentes verhindert. Bei der Nachprüfung durch BERTAUT (46) zeigte sich sogar, daß diese Leerstellen nicht nur auf jede zweite Schicht verteilt, sondern dort auch planmäßig angeordnet sind. Dabei ergab sich eine pseudohexagonale monokline Überstrukturzelle mit $B = 2a = 6,865$ Å, $A = B\sqrt{3} = 11,9$ Å, $C = 4c = 22,72$ Å, $\beta = 89^\circ 55'$, wobei a und c die Gitterdimensionen des hexagonalen (B 8-)Gitters sind.

Im Magnetkies mit einem S-Gehalt von 50 bis 51 At.-% S finden wir nicht das normale NiAs-Gitter, sondern eine hexagonale Überstruktur mit sechsfachem Zellvolumen, bei der die c -Achse des NiAs-Gitters verdoppelt ist, während statt a die Intensitätsperiode in $[11\bar{2}0]$, $a\sqrt{3}$, auftritt. Frühere Versuche, das Verschwinden des Ferromagnetismus bei Annäherung an das Verhältnis Fe:S = 1:1 mit der Bildung der Überstruktur in Zusammenhang zu bringen, erwiesen sich als irrig. Von HARALDSEN ist das System Fe—S in Hinblick auf Struktur und Magnetismus genau untersucht worden. Danach erstreckt sich die Überstrukturphase von 50—51 At.-% S, dann folgt die NiAs-Phase mit zunehmender Leerstellenbildung bis 53,4 At.-% S. Bei noch höherem S-Gehalt kommen wir in das Zweiphasengebiet Magnetkies—Pyrit. Im Gebiet der Überstruktur werden μ_{eff} -Werte gemessen, die weit hinter dem Spinnmoment des Fe^{++} (4,9 Bohrsche Magnetonen) zurückbleiben. Dies wird als Folge von Atombindungen mit antiparallelem Spin (Antiferromagnetismus) gedeutet. Diese Bindungen sind im Bereich der Überstruktur am zahlreichsten und wahrscheinlich eine wichtige Ursache für ihre Bildung, d. h. die mit ihr zusammenhängende Deformation des NiAs-Gitters. Mit zunehmender Schwefelkonzentration werden in der Überstruktur die a -Achse wenig vergrößert, die c -Achse verringert, wobei das Zellvolumen gleich bleibt. Die μ_{eff} -Werte steigen gleichzeitig von ca. 1,63 auf 1,8. Dies wird von HARALDSEN dadurch erklärt, daß „ein Teil der zur Überstruktur führenden Atombindungen schon vor der kritischen Konzentration aufbricht“. Dies findet hauptsächlich in Richtung der a -Achse statt. Bei 51 At.-% S zeigt sich der Übergang zur NiAs-Struktur auch durch sprunghaftes Ansteigen des Magnetismus, wobei aber in der Änderung der Gitterkonstanten keine Diskontinuität zu beobachten ist. Daher kann man annehmen, daß an dieser Stelle der Rest der Atombindungen, die zur Überstruktur führten, gelöst wird, die Bindungen selbst aber statisch auf die verschiedenen Gitterrichtungen verteilt sind. In der folgenden paramagnetischen NiAs-Struktur, die sich bis 52,2 At.-% S erstreckt, bleiben die Magnetismuswerte praktisch unverändert und erst bei 52,4 At.-% S

macht sich ein Übergang zum Ferromagnetismus durch schwach feldstärkenabhängige Suszeptibilität bemerkbar. Diese Grenze ist röntgenographisch nicht feststellbar. Bis dahin ist der Einfluß der antiferromagnetischen Wechselwirkungen anscheinend noch vorherrschend und wird erst durch die steigende Zahl der Bindungen mit parallelem Spin überwunden. Diese ist offenbar durch die zunehmende Leerstellenbildung im Fe-Teilgitter bedingt, da mit wachsender Schwefelkonzentration der Ferromagnetismus bis zu seinem Höchstwert bei 53,4 At-% S zunimmt. Dies ist gleichzeitig die Endzusammensetzung des NiAs-Gitters.

In der NiAs-Struktur hätten wir demnach ähnlich den vorher beschriebenen Fällen Ketten von Metallatomen senkrecht zur c-Achse — wahrscheinlich nach [1120] —, in denen der Abstand der Me—Me erheblich größer ist als der kleinste in der Struktur vorkommende, und die zur Ausbildung von Atombindungen mit parallelen Elektronenspin befähigt sind. Ein mengenmäßig starkes Zustandekommen dieser Bindungen ist durch das Auftreten von Leerstellen im Metallgitter bedingt. Den gleichen Einfluß der Subtraktionsgitterbildung auf den Ferromagnetismus finden wir bei den ebenfalls mit NiAs-Gitter kristallisierenden CrS, FeSb sowie im FeO, das NaCl-Gitter besitzt.

Die Einwirkungen der Anionen zeigen sich in den Untersuchungen von HARALDSEN und Mitarbeitern über die Systeme Cr—S, Cr—Se und Cr—Te (36, 47). In allen drei Fällen finden wir analoge Phasenverhältnisse. Bei 50 At-% Schwefel zeigt sich beim CrS ähnlich wie beim FeS eine Überstrukturphase mit 24fachem Zellvorkommen, die bei höherem Schwefelgehalt kontinuierlich in das NiAs-Gitter übergeht und bei 52,4 At-% nicht mehr feststellbar ist. Bei Cr—Se und Cr—Te existiert keine Überstruktur, sondern es bildet sich gleich die B-8-Struktur (α -Phase), die bei zunehmender Metalloiddkonzentration eine wachsende Anzahl von Leerstellen im Metallgitter aufweist. Zwischen 54,5 und ca. 58 At-% ist die monokline β -Phase stabil, die ein wenig deformiertes NiAs-Gitter besitzt. Wie die

Tabelle 5

Phase	System	a	Gitterkonstanten		$\frac{c}{a}$	Metalloid-Geh. At.-%
			c	$a \sqrt{3}$		
α (B 8)	Cr—S	3,44	5,75		1,66 ₉	53,5
	Cr—Se	3,68	6,01	6,38	1,63 ₃	53,0
	Cr—Te	3,95	6,16		1,55 ₇	50,0 u. 52,4
β (monokl.)		a	b	c	β	
	Cr—S	5,94	3,41	5,63	91°44'	57,1
	Cr—Se	6,29	3,60	5,85	91°30'	57,1
	Cr—Te	6,84	3,92	6,08	91°05'	58,33
γ (B 8)		a	c		$\frac{c}{a}$	
	Cr—S	3,41	5,55		1,62	59,7
	Cr—Se	3,60	5,76		1,60	59,7
	Cr—Te	3,91	6,02		1,54	60,0

Gitterkonstanten (Tab. 5) zeigen, entsprechen b und c des monoklinen Gitters a und c der B-S-Struktur, während die monokline a -Achse eine der orthohexagonalen b -Achse ähnliche Gitterperiode hat. Der monokline Winkel β beträgt $91-92^\circ$.

Bei ca. 60 At-% Metalloid tritt sodann wieder die NiAs-Struktur auf, jetzt aber mit kleinerem Achsenverhältnis $\frac{c}{a}$. Dabei ist es nicht sicher, ob bei Cr—S und Cr—Se ein kontinuierlicher Übergang zwischen der β - und γ -Phase besteht.

Trotz der weitgehenden Übereinstimmung von Phasen und Struktur dieser drei Systeme ergaben die magnetischen Messungen große Unterschiede. Im System Cr—S herrscht Antiferromagnetismus vor. Nur im Bereich des NiAs-Gitters der α -Phase zeigt sich ein Ansteigen der Suszeptibilitäten zu ferromagnetischen Werten. Sie erreichen ein schmales Maximum an der Grenze des Homogenitätsgebietes gegen die β -Phase bei 54,2 At-% S, d. h. bei der größten Anzahl von Leerstellen (ca. 16 %) im Cr-Gitter bei voll besetztem S-Gitter. Die monokline β -Phase ist, wenn überhaupt, nur bei tiefen Temperaturen ganz schwach ferromagnetisch, während die γ -Phase bei Temperaturen unter -160° schwach, aber ausgesprochen ferromagnetisch ist. Das magnetische Verhalten der α -Phase läßt sich mit dem des FeS vergleichen. Die günstigsten Verhältnisse zur Ausbildung ferromagnetischer Wechselwirkungen werden im NiAs-Gittertyp, und zwar bei maximaler Leerstellenkonzentration angetroffen.

Dies gilt in gleicher Weise für das System Cr—Te. Hier sind alle Zusammensetzungen bei geeignet gewählter Temperatur ferromagnetisch, und der Curie-Punkt verschiebt sich mit der Änderung der Te-Konzentration. Bei 50–57 At-% liegt er zwischen $+70^\circ$ und $+80^\circ$ und sinkt bei 57 bis 60 At-% auf -80° C ab. Wieder liegt aber das Maximum der Magnetismuswerte am Ende des Homogenitätsgebietes der α -Phase.

Ganz andere Verhältnisse finden wir nun in dem System mit dem mittleren Homologen, Cr—Se. Hier zeigen die Magnetismuswerte weitgehende Annäherung an Ionenmagnetismus. Antiferromagnetische Wechselwirkungen sind nur in ganz geringem Maße vorhanden, ferromagnetische fehlen ganz.

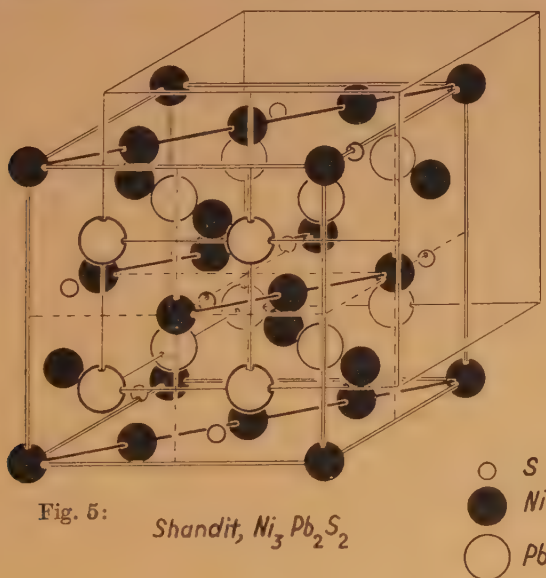
Eine sichere Deutung dieser Erscheinungen war bisher noch nicht möglich. Jedoch kann wohl die Vorstellung als wahrscheinlich angesehen werden, daß bei allen drei Systemen sowohl Atombindungen mit antiparallelen als auch solche mit parallelem Spin vorliegen. Im System Cr—Te überwiegen die letzteren, im System Cr—S die ersteren, während im System Cr—Se sich beide Arten gerade kompensieren und so nach außen nicht zum Ausdruck kommen. Der Ausgleich der antiferromagnetischen und ferromagnetischen Wechselwirkungen täuscht aber den Ionencharakter der Verbindungen vor. Diese Vorstellung würde in Übereinstimmung mit dem Schema der Fig. 1 sein. Die relativ kleinen Gitterkonstanten — und damit auch Me—Me-Abstände — der Cr—S-Verbindungen entsprechen einem, wenn wahrscheinlich auch sehr kleinen, negativen Betrag des Austauschintegrals, die größeren der Cr—Se-Verbindungen dem Betrag 0 und die noch größeren im System Cr—Te einem positiven Betrag. Dem entsprechen

auch die q -Werte (s. Tab. 1). Maßgebend für die Größe der Gitterabstände ist aber im vorliegenden Falle des gleichen Gittertypes die Größe des Metalloidatoms. Mit der letzteren wächst seine Polarisierbarkeit und damit die Neigung zur Bildung von Atombindungen. Den Einfluß der Polarisierbarkeit des Anions haben W. KLEMM und W. SCHÜTH (48) und später theoretisch H. DRESSNANDT (49) beim Vergleich von CuO mit CuS festgestellt und gedeutet. Es ist aber wohl anzunehmen, daß die Verhältnisse, wie sie beim Übergang vom Oxyd zum Sulfid auftreten, nicht ohne weiteres auf die beim Ersatz von S durch Se bzw. Te übertragen werden können. Der Größenunterschied zwischen Sauerstoff und Schwefel ist sehr viel bedeutender als zwischen letzterem und seinem höheren Homologen. Infolgedessen kristallisieren auch die Oxyde der Übergangselemente nicht im NiAs -, sondern im NaCl -Gitter.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß die Gitteranordnung des NiAs -Types offenbar besonders geeignet ist für das Auftreten des Ferromagnetismus. Dabei treten die notwendigen Atombindungen mit parallelem Spin wahrscheinlich in Atomketten der Basisebene auf. Als wesentlicher und oft entscheidender Faktor kommt jedoch die Anionenkonzentration (Leerstellenbildung) hinzu.

e) Shandit ($\text{Ni}_3\text{Pb}_2\text{S}_2$)

Zwischen dem Shandit- und dem Spinellgitter bestehen relativ enge gittergeometrische Beziehungen (2). Nach PEACOCK und ANDREW (50) ist



der Shandit rhomboedrisch-pseudokubisch, D_{3d}^5 , $c = 7,87 \text{ kX}$, $\alpha = 90^\circ$, $Z = 4$. Beim Vergleich des Shanditgitters mit dem eines Sulfospinells $\text{A}^{\text{VI}}_{18}\text{B}^{\text{IV}}_8\text{S}_{32}$ ergibt sich folgendes:

1. Die Punktlagen B^{IV} bleiben im Shanditgitter unbesetzt.
2. Die S-Punktlagen werden im Shandit nur zu $\frac{1}{4}$ belegt, sie werden außerdem aus ihrer Lage im Spinell ($\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ usw.) etwas verschoben, da der Parameter des Shandits $u = 0,285$ von der Normallage im Spinell $u = 0,25$ etwas abweicht.
3. Die Punktlage A^{VI} wird im Shandit vollständig belegt, und zwar mit den 12 Ni und den 4 Pb_I . Außerdem werden die 4 Pb^{II} an im Spinell freien Gitterplätzen ($\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}00$, $0\frac{1}{2}0$, $00\frac{1}{2}$) eingelagert.

Für den Ferromagnetismus des Shandits erscheinen mir nun wieder Ketten von Ni-Atomen parallel der pseudokubischen Würfeldiagonalen mit einem Ni—Ni-Abstand von 2,78 Å bedeutsam zu sein (Fig. 5). Über die Messung der Sättigungsmagnetisierung wurde von mir (2) bereits berichtet. Nach dem gleichen Verfahren wurden von Herrn Dr. P. K. HERRMANN auch die synthetischen Verbindungen $Ni_3Pb_2S_{Se}$ und $Ni_3Pb_2Se_2$ gemessen, wobei sich ganz ähnliche Werte wie beim Shandit ergaben. Leider ist das angewandte magnetometrische Verfahren der AEG für diese schwach ferromagnetischen Stoffe nicht sehr geeignet. Es konnten daher keine sicheren Ergebnisse über die Veränderung des Ferromagnetismus mit dem Ersatz des Schwefels durch die größeren Selenatome gewonnen werden.

4. Zusammenfassung

Der Ferromagnetismus, bzw. Ferri- und Antiferromagnetismus, ist an zwei Gruppen von Voraussetzungen gebunden: 1. atomphysikalische, 2. gittergeometrische. Die letzteren stehen in engem Zusammenhang mit der Art der Gitterbindung und wurden am Mangansulfid, Cubanit, Heazlewoodit, Magnetkies, Magnetit und Shandit diskutiert. Wahrscheinlich ist das Auftreten von Ketten der Metallatome in den Strukturen dieser Minerale für das Auftreten des Magnetismus von Bedeutung. In diesen Ketten werden Abstände zwischen den Metallatomen beobachtet, die größer sind als die jeweilig kleinsten in der Struktur vorkommenden Abstände.

Literatur

1. STRUNZ, H.: Mineralogische Tabellen, Leipzig 1949.
2. HILLER, JOH.-E.: Neues Jb. Min., Mh., **12** (1951), 265.
3. RAMDOHR, P.: Erzminerale und ihre Verwachsungen, Berlin 1950.
4. SOMMERFELD, A. und BETHE, H.: Handb. d. Physik, **24**, 2.
5. WEISS, P.: Journ. d. phys., (4), **6** (1907), 661.
6. KÖNIG, H.: Naturwissenschaften, **33** (1946), 71.
7. HAUL, R. und SCHOON, TH.: Z. Elektrochemie, **45** (1939), 663.
8. HEISENBERG, W.: Z. Physik, **49** (1928), 619.
9. BECKER, R. und DÖHRING, W.: Ferromagnetismus, Berlin 1939.
10. SLATER, J. C.: Phys. Rev., **35** (1930), 509.
11. OCHSENFELD, R.: Ann. Physik, (5), **12** (1932), 353, 376.
12. STRANSKI, I. N.: Z. Kristallographie, A **105** (1943), 481.
13. SLATER, J. C.: Phys. Rev., **36** (1930), 57.

14. DEHLINGER, U.: Z. Metallkunde, **28** (1936), 116, 395.
 15. — Chemische Physik der Metalle und Legierungen, Leipzig 1939.
 16. HEUSLER, O.: Ann. Physik, **19** (1934), 155.
 17. BERTAUT, E. F.: Bull. soc. franç. Minéralogie et Cristallographie, **77** (1954), 275.
 18. NÉEL, L.: Bull. soc. franç. Minéralogie et Cristallographie, **77** (1954), 257.
 19. SHULL, C. G. und SMART, J. M.: Phys. Rev., **76** (1949), 1256.
 20. SHULL, C. G., STRAUSSER, W. A. und WOLLAN, E. O.: Phys. Rev., **83** (1951), 333.
 21. NÉEL, L.: Ann. de Physique, **3** (1948), 137.
 22. — Z. anorg. Chemie, 262 (1950), 175.
 23. WEISS, P.: Journ. de phys., 1896, 5, zitiert nach HINTZE, Handb. d. Mineral.
 24. VERWEY, E. J., HAGEMANN, P. W. und HEILMANN, E. L.: Philips Techn. Rundschau, **9** (1947), 186.
 25. VERWEY, E. J. und HEILMANN, E. L.: J. chem. Physics, **15** (1947), 174.
 26. VERWEY, E. J., DE BOER, F. und SANTEN, J. H.: J. chem. Physics, **16** (1948), 1091, zitiert nach (27).
 27. KORDES, E. und RÖTTIG, E.: Z. anorg. Chemie, 269 (1951), 34.
 28. SHULL, C. G., WOLLAN, E. O. und KOEHLER, W. C.: Phys. Rev., **84** (1951), 912.
 29. CORLISS, L. M., HASTINGS, J. M. und BROCKMANN, F. G.: Phys. Rev., **90** (1953), 1013.
 30. TOMBS, N. C. und ROOKSBY, H. P.: Acta cryst., **4** (1951), 474, **6** (1953), 565.
 31. MESSKIN, W. S. und KUSSMANN, A.: Ferromagnetische Legierungen, Berlin 1932.
 32. SCHNAASE, H.: Z. phys. Chemie, (B), **20** (1933), 89.
 33. MEHMED, F. und HARALDSEN, H.: Z. anorg. Chemie, 235 (1938), 193.
 34. KLEMM, W.: Naturwissenschaften, **37** (1950), 150 und 172.
 35. FÄSSLER, A. und GOEHRING, M.: Naturwissenschaften, **31** (1943), 567, Z. Elektrochemie, 50 (1944), 64.
 36. HARALDSEN, H.: Z. anorg. Chemie, 234 (1937), 337, 353, 372.
 37. BUERGER, M. J.: Am. Mineralogist, **32** (1947), 415.
 38. WESTGREN, A.: Z. anorg. Chemie, 239 (1938), 82.
 39. PEACOCK, M. A.: Univ. Toronto Stud. geol. Ser. 51 (1947), 59.
 40. KISKYRAS, D. A.: Neues Jb. f. Min., A **80** (1950), 297.
 41. KAYA, S. und MIYAHARA, S.: Sci. Rep. Tohotu Imp. Univ., **27** (1939), 450, zitiert nach (40).
 42. LAVES, F.: Z. Kristallographie, 73 (1930), 202 und 275.
 43. HÄGG, G. und SUCKSDORFF, I.: Z. phys. Chemie, B, **22** (1932), 444.
 44. HARALDSEN, H.: Z. anorg. Chemie, 246 (1941), 169.
 45. BENOÎT, R.: Comptes rendus, 234 (1952), 2174.
 46. BERTAUT, E. F.: Comptes rendus, 234 (1952), 1295 Acta cryst., **6** (1953), 557.
 47. HARALDSEN, H. und MEHMED, F.: Z. anorg. Chemie, 239 (1938), 369.
 48. KLEMM, W. und SCHÜTH, W.: Z. anorg. Chemie, 203 (1931), 104.
 49. DRESSNANDT, H.: Z. Physik, 115 (1940), 369.
 50. PEACOCK, M. A. und ANDREW, I. Mc.: Am. Mineralogist, **35** (1950), 425.
-

Fortschr. Min.	33	2	176—180	Stuttgart, August 1955
----------------	----	---	---------	------------------------

Satzung

der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (e. V.)

I. Zweck und Tätigkeit

§ 1

Die Gesellschaft führt den Namen „Deutsche Mineralogische Gesellschaft (e. V.)“; sie ist eine wissenschaftliche und gemeinnützige Gesellschaft. Ihr Zweck ist, Mineralogie, Kristallographie (einschl. Kristallchemie und Kristallphysik), Petrographie, Lagerstättenkunde und Geochemie in Lehre und Forschung zu fördern und die persönlichen und wissenschaftlichen Beziehungen der Mitglieder zueinander zu pflegen. Andere als die vorgenannten Zwecke verfolgt die Gesellschaft nicht.

Die Deutsche Mineralogische Gesellschaft ist gleichzeitig Träger einer besonderen Sektion für Kristallkunde.

Die Gesellschaft hat ihren Sitz in Bonn und ist dort in das Vereinsregister eingetragen.

Das Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.

§ 2

Die Gesellschaft veranstaltet ordentliche Mitgliederversammlungen, wissenschaftliche Tagungen und Lehrausflüge. Sie gibt ein wissenschaftliches Jahrbuch heraus, die „Fortschritte der Mineralogie“. Jedes Mitglied, mit Ausnahme derjenigen, die ausschließlich der Sektion für Kristallkunde angehören, erhält jeweils ein Exemplar des Jahrbuches unentgeltlich.

Die Sektion für Kristallkunde veranstaltet besondere ordentliche Versammlungen ihrer Mitglieder verbunden mit wissenschaftlichen Tagungen, welche in der Regel alle zwei Jahre stattfinden.

II. Mitgliedschaft

§ 3

Die Gesellschaft besteht aus persönlichen und unpersönlichen Mitgliedern. Persönliche und unpersönliche Mitglieder können zugleich auch fördernde Mitglieder sein. Die Gesellschaft kann persönliche Mitglieder und andere natürliche Personen, die sich um die Gesellschaft oder die Wissenschaft der Mineralogie besondere und hervorragende Verdienste erworben haben, zu Ehrenmitgliedern ernennen oder sie durch die Verleihung der Abraham-Gottlob-Werner-Medaille auszeichnen.

§ 4

Mitglieder können alle Personen werden, die sich mit Mineralogie, Kristallographie, Petrographie, Lagerstättenkunde und Geochemie oder verwandten Gebieten beschäftigen, an den Arbeiten der Gesellschaft Anteil nehmen und sie durch Mitarbeit fördern wollen. Institute, wissenschaftliche Gesellschaften, Behörden, Bibliotheken und Firmen können die unpersönliche Mitgliedschaft erwerben.

Die Mitglieder der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft können gegen Entrichtung eines weiteren besonderen Beitrages der Sektion für Kristallkunde beitreten. Ebenso können der Sektion Mitglieder anderer wissenschaftlicher Gesellschaften gegen Entrichtung desselben besonderen Beitrages angehören.

§ 5

Über die Aufnahme der Mitglieder entscheidet der Vorsitzende auf Vorschlag von zwei persönlichen Mitgliedern. Der Vorsitzende kann in besonderen Fällen die Entscheidung dem Vorstand überlassen, der durch Stimmenmehrheit entscheidet.

Über die Aufnahme der Mitglieder der Sektion für Kristallkunde, welche nicht gleichzeitig Mitglieder der Gesellschaft sind, entscheidet auf Vorschlag von zwei Mitgliedern der Sektion für Kristallkunde der Leiter der Sektion. Er kann in besonderen Fällen die Entscheidung im Einvernehmen mit seinem Stellvertreter treffen.

§ 6

Der Jahresbeitrag für die Mitglieder wird alljährlich für das folgende Geschäftsjahr von der Mitgliederversammlung bestimmt. Er ist im voraus zu zahlen und beträgt für Studierende jeweils die Hälfte. Fördernde Mitglieder zahlen einen erhöhten Beitrag, der ihrem Ermessen anheimgestellt ist. Die Beiträge der Sektion für Kristallkunde werden gleichzeitig von der Mitgliederversammlung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft bestimmt. Ehrenmitglieder sind von jeder Beitragszahlung sowohl für die Deutsche Mineralogische Gesellschaft als auch für die Sektion Kristallkunde befreit.

§ 7

Die Mitgliedschaft erlischt durch Tod, Austritt oder Ausschluß aus der Gesellschaft.

Der Austritt ist für das Ende des Kalenderjahres spätestens bis zum 1. Oktober dem Vorsitzenden schriftlich zu erklären.

Über Ausschluß entscheidet der Vorstand mit Stimmenmehrheit. Ausschluß ist nur zulässig, wenn das Mitglied den Interessen der Gesellschaft entgegenhandelt. Dem Ausgeschlossenen steht das Recht der Berufung an die ordentliche Mitgliederversammlung zu.

Wer zwei Jahre mit dem Jahresbeitrag im Rückstand ist, kann vom Vorstand von der Mitgliederliste gestrichen werden.

§ 8

Die Ernennung zu Ehrenmitgliedern und die Verleihung der Abraham-Gottlob-Werner-Medaille muß beim Vorstand schriftlich beantragt werden. Über die Zulassung des Antrages entscheidet der Vorstand mit Beirat nach vorheriger schriftlicher Benachrichtigung. Diese Entscheidung muß ohne Gegenstimme erfolgen. Der zugelassene Antrag wird der Mitgliederversammlung zur Abstimmung vorgelegt. Für die Annahme des Antrages ist die Zustimmung von $\frac{2}{3}$ der anwesenden Mitglieder erforderlich.

III. Vorstand und Geschäftsführung

§ 9

Der Vorstand besteht aus dem Vorsitzenden, dem Stellvertreter des Vorsitzenden, einem weiteren Vorstandsmitglied, dem Schriftführer und dem Schatzmeister. Zum Stellvertreter des Vorsitzenden ist der Leiter der Sektion für Kristallkunde oder das weitere Vorstandsmitglied zu wählen. Der Vorstand wird von einem Beirat, bestehend aus dem Schriftleiter des Jahrbuches, vier gewählten Mitgliedern und den Ehrenmitgliedern, mit beratender Stimme unterstützt.

Für den Leiter der Sektion für Kristallkunde wird ein Stellvertreter gewählt, der ihn im Falle seiner Verhinderung mit Sitz und Stimme im Vorstand vertritt.

Die Aufgaben des Vorsitzenden sind: Die gerichtliche und außergerichtliche Vertretung der Gesellschaft, die Ausführung der Beschlüsse der Mitgliederversammlung, die Herausgabe des Jahrbuches, sowie die laufende Geschäftsführung, ebenso die Verwaltung des Vermögens der Gesellschaft.

§ 10

Vorstand und Beirat werden in der ordentlichen Mitgliederversammlung in geheimer Abstimmung mit absoluter Mehrheit der anwesenden Mitglieder auf die Dauer von zwei Jahren gewählt. Es scheiden in einem Jahr der Vorsitzende mit dem weiteren Vorstandsmitglied und in dem darauf folgenden Jahr der Stellvertreter aus. Dem gleichen Wechsel unterliegt jeweils die Hälfte des gewählten Beirates. Wiederwahl der genannten Mitglieder des Vorstandes und der Beiratsmitglieder in gleicher Eigenschaft ist nach ihrem Ausscheiden erst nach zwei Jahren zulässig. Die Wiederwahl des Schriftführers, des Schatzmeisters und des Schriftleiters des Jahrbuches kann uneingeschränkt erfolgen.

Der amtierende Vorstand hat das Vorschlagsrecht für die neu zu wählenden Mitglieder des Vorstandes und des Beirates. Er ist verpflichtet, diesen Vorschlag zu Beginn der Tagung bekanntzugeben. Ferner ist er verpflichtet, solche Vorschläge vor der Wahl bekanntzugeben, die mit der Unterschrift von wenigstens acht Mitgliedern mindestens eine Stunde vor Beginn der Wahlsitzung bei ihm eingereicht sind.

Kein Mitglied ist an die Wahlvorschläge mit seiner Stimmabgabe gebunden. Der Leiter der Sektion für Kristallkunde und sein Stellvertreter werden durch die Mitglieder der Sektion für Kristallkunde auf deren ordentlicher Mitgliederversammlung in derselben Weise wie die anderen Vorstandsmitglieder gewählt.

§ 11

Der Vorstand faßt seine Beschlüsse mit einfacher Stimmenmehrheit, wobei mindestens die Hälfte seiner Mitglieder abstimmen muß. Bei Stimmengleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden, in seiner Abwesenheit die seines Stellvertreters.

§ 12

Der Vorsitzende hat zu den alljährlichen ordentlichen Mitgliederversammlungen schriftlich einzuladen und die Tagesordnung aufzustellen. Einladungen und Tagesordnung sind möglichst zwei Monate vorher zu versenden oder zu veröffentlichen. Jede ordnungsgemäß einberufene Mitgliederversammlung ist beschlußfähig, wenn wenigstens 50 Mitglieder, darunter drei Vorstandsmitglieder, anwesend sind. Jedes unpersönliche Mitglied kann einen Vertreter mit der Stimmabgabe beauftragen, jedoch darf jeder Anwesende nur eine Stimme abgeben.

§ 13

Bei Beginn der ordentlichen Mitgliederversammlung hat der Vorsitzende die ordnungsgemäße Einberufung und die Beschlußfähigkeit festzustellen und in das Protokoll aufnehmen zu lassen. In derselben Sitzung hat der Schriftführer den Jahresbericht und der Schatzmeister den Rechnungsabschluß zwecks Erteilung der Entlastung zu erstatten. Der Vorstand hat vor der Mitgliederversammlung zwei Rechnungsprüfer zur Berichterstattung an die Mitgliederversammlung zu bestellen. Danach finden die Wahlen in folgender Ordnung statt:

1. Vorsitzender
2. Das weitere Vorstandsmitglied
3. Stellvertreter des Vorsitzenden
4. Schriftführer und Schatzmeister
5. Schriftleiter des Jahrbuchs
6. Beiratsmitglieder

Das Ergebnis jedes Wahlganges wird sofort bekanntgegeben.

Nach den Wahlen werden die übrigen Gegenstände der Tagesordnung und die Anträge behandelt. Ort und Zeit der nächsten Versammlung wird nach Möglichkeit von der Jahresversammlung beschlossen. Soweit nach der Satzung nicht eine qualifizierte Mehrheit verlangt wird, entscheidet bei allen Abstimmungen die einfache Mehrheit, bei Stimmengleichheit der Vorsitzende. Abstimmung durch Zuruf ist zulässig, sofern kein Versammlungsteilnehmer widerspricht. Wird bei den Vorstandswahlen die absolute Mehrheit nicht erreicht, so findet eine Stichwahl zwischen den beiden Personen statt, welche die meisten Stimmen erhalten haben. Dann entscheidet die einfache Mehrheit.

§ 14

Gegenstände zur Tagesordnung und Anträge für die Versammlung sind vor Eröffnung derselben durch den Vorsitzenden schriftlich einzureichen.

§ 15

Der Schriftführer führt das Sitzungsprotokoll, das von ihm und dem Vorsitzenden zu unterschreiben und im Jahrbuch zu veröffentlichen ist. Bei wissenschaftlichen Sitzungen ist auch über die Diskussionsreden Protokoll zu führen. Jeder Diskussionsredner kann bis zum Schluß der Tagung

die von ihm angebrachten Bemerkungen schriftlich einreichen. Der Sitzungsbericht mit Diskussionsbemerkungen erscheint im Jahrbuch.

§ 16

Außerordentliche Mitgliederversammlungen kann der Vorstand jederzeit einberufen. Er ist dazu verpflichtet, wenn mindestens zehn Prozent der Mitglieder einen entsprechenden Antrag mit Angabe der Tagesordnung stellen.

IV. Gemeinnützigkeit

§ 17

Die Gesellschaft verfolgt ausschließlich gemeinnützige Zwecke. In finanzieller Hinsicht ergibt sich daraus:

1. Gewinne irgendwelcher Art dürfen nur für die satzungsmäßigen Zwecke verwendet werden. Insbesondere sind die beim jährlichen Rechnungsabschluß auftretenden Überschüsse restlos auf das folgende Rechnungsjahr zu übertragen. Die Mitglieder erhalten weder Gewinnanteile noch sonstige Zuwendungen aus Gesellschaftsmitteln. Die Bestimmung von § 2, dritter Satz, bleibt davon unberührt.
2. Die Mitglieder erhalten bei ihrem Ausscheiden keinerlei Rückzahlungen aus ihren Beiträgen.
3. Verwaltungsausgaben dürfen nur für die Zwecke der Gesellschaft gemacht werden. Aufwendungen für Sach- und Dienstleistungen im Auftrage der Gesellschaft werden nach dem „Gesetz über Reisekosten der Beamten“ vergütet, bei Überschreitung dieser Sätze in Höhe der nachgewiesenen Barauslagen.

V. Änderung der Satzung und Auflösung der Gesellschaft

Satzungsänderungen oder die Auflösung der Gesellschaft kann in einer beschlußfähigen Mitgliederversammlung nur mit Dreiviertelmehrheit der anwesenden Mitglieder beschlossen werden. Im Falle der Auflösung ist nach Erfüllung der Verbindlichkeiten der verbleibende Überschuß des Vermögens durch drei vom Vorstand zu bestellende Liquidatoren zur Verwendung im Sinne der Gesellschaft der „Deutschen Forschungsgemeinschaft“ zu übergeben.

Allgemeines

Bücherei der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft im Mineralogischen Institut der Universität Frankfurt

In der Bücherei befinden sich am 13. 6. 1955:

- Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie:
17. Bd., 2. Teil; 19. Bd., 1. Teil; 20.—33. Bd.
- Keramische Zeitschrift, ab Jahrgang 1, 1948—1955, Heft 4, fortlaufend.
- Der Aufschluß, Mitteilungsblatt für die Freunde der Mineralogie und Geologie:
Jahrgang 3, 1952 — 6, Heft 5, 1955, fortlaufend.
- U.S.A. Geological Survey, Water-Supply Paper:
Nr. 1000, 1067, 1079 D, 1102, 1106—1108, 1110 A—E, 1111, 1122, 1125, 1126,
1128—1146, 1148, 1150—1163, 1165—1185, 1190, 1192, 1201—1208, 1212—1216,
1218, 1220, 1227 A, 1229.
- U.S.A. Geological Survey, Bulletin:
Nr. 948 D, 963 E, 966, 969 F, 970—972, 973 B—F, 974 D, E, 975 A—C, 976,
978 C—E, 979 A, B, 980, 981 B, C, 982 A—G, 983—985, 987—989, 991—998,
1000 A, 1001, 1002 A—D, 1004, 1006, 1009 B, 1022 A.
- U.S.A. Geological Survey, Professional Paper:
Nr. 217, 218, 220, 222, 226, 228, 230—244, 247—256.
- Publications of the U.S.A. Geological Survey, May 1948.
- Canada Geological Survey:
Memoir 189—195, 197—199, 202—205, 207, 209—212, 214, 215, 217, 218.
- The Mineralogical Magazine:
Vol. XXIV, 153; XXIV, 155—XXV, 165.
- Periodico di Mineralogia, Rom:
Anno VII, Nr. 3; VIII, Nr. 1; VIII, Nr. 3—XI, Nr. 1; XI, Nr. 3—XIV, Nr. 1.
- Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Serie A III, Geologica-Geographica:
1—42; 1942—1955, und
- Index Annalium Academiae Scientiarum Fennicae, Serie A, Bd. I—LIX.
- Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Serie IV, Geology
and Mineralogy:
Vol III, Nr. 2; IV, Nr. 3—4; V, Nr. 1; VI, Nr. 1—2; 1936—1941.
- Ryojun College of Engineering, Ryojun Manchuria:
Survey Reports of Volcanoes in Manchuria, Nr. 1 und Nr. 3, 1936 u. 1938.
- Academia Sinica, Contributions from the National Research Institute of Geology,
Nr. 3, 1933.
- Academia Sinica, Memoirs of the National Research Institute of Geology, Nr. XIII, 1933.
- Ministerio de Industria y Comercio de la Nacion, Direccion Nacional de Minería,
Buenos Aires.
Boletin Nr. 75—78, 1951—1952.
Publication Nr. 140, 1952.
Anales IV (129 M.I.C.) 1953.
Carta Geologico-Economica de la Republica Argentina, Estado Actual de su
Preparacion, 1951.
- Ministerio de Agricultura de la Nacion, Direccion de Minas y Geologia, Buenos Aires:
Boletin Nr. 42, 1936; Nr. 43, 1937.
Publication Nr. 112—115, 1936/37.
- Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Bd. VIII,
Nr. 30, 1951, — Bd. IX, Nr. 35, 1954.

Universidad Nacional de Mexico, Instituto de Geologia:

Anales del Instituto, Bd. V, 1930, Bd. VI, 1936.

Anuario del Instituto, 1932—1934.

Memoria de la Comision Geologica del Valle del Mezquital, HGO., 1938.

Carta Geologico-Minera del Estado de Durango, 1936.

Annales de l'Institut des Mines à Leningrade, Bd. IX, Heft 1 und 2; Bd. X, Heft 1 — Bd. XIII, Heft 2; 1936—1941.

Mémoires de la Société Russe de Minéralogie, II:

Bd. 65, Heft 1—2; Bd. 68, Heft 2—3;

Bd. 69, Heft 1 u. 4; 1936—1940.

Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou, Section Géologique:

Bd. X, Heft 3/4 — Bd. XII, Heft 3; 1932—1934.

Académie des Sciences de L'URSS, Travaux de l'Institut de Cristallographie, Livraison 3, 1947.

2 weitere größere Veröffentlichungen der Académie des Sciences de L'URSS, aus 1950 und 1951: nur russisch, ohne fremdsprachige Zusammenfassung.

Zeitschrift der Bulgarischen Geologischen Gesellschaft,

Bd. VIII, Heft 2 — Bd. IX, Heft 2, 1936/37; Bd. X, Heft 1 u. Heft 3, 1938/39;

Bd. XI — Bd. XIV, Heft 2, 1940/43.

Geologica Balkanica, Bd. III, Heft 3, 1942, Sofia.

Jahrbuch der Direktion für Bodenschätze in Bulgarien, Abt. A, Bd. I, 1941.

Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, Sectio B:

Bd. III, 1948 — Bd. VI, 1951; Bd. VIII, 1953, fortlaufend.

Acta Geologica Polonica, Bd. I, 1950 — Bd. V, Heft 1, 1955, fortlaufend.

Archiwum Mineralogiczne, Bd. XVIII, Heft 2, 1954.

Wiadomości Muzeum Ziemi, Bd. IV, 1948 — Bd. VI, 1952.

Rudarsko-Metalurski Zbornik, Ljubljana, 1952, Heft 1, 1954, Heft 1.

FLETT, J. S., The First 100 Years of the Geological Survey of Great Britain, London 1937.

LEHMANN, E., Eruptivgesteine und Eisenerze im Mittel- und Oberdevon der Lahnmulde, Wetzlar 1941.

Etwa 100 div. Separata.

Div. bibliographisches Material des In- und Auslandes.

H. O'DANIEL

Société Française de Minéralogie et de Cristallographie

1, rue Victor Cousin — Paris 5°

Président: M. R. Mocart

Secrétaire Général: M. A. J. Rose

Trésorier: M. H. Curien

Éditeur: Librairie Masson 120, Bld. St. Germain Paris 6°

La Société française de Minéralogie et de Cristallographie, fondée en 1878, publie chaque année dans un bulletin trimestriel, les travaux d'intérêt minéralogique et cristallographique de ses membres.

Des séances mensuelles ont lieu le second jeudi de chaque mois au Laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne, 1, rue Victor Cousin — Paris 5°, au cours desquelles sont présentés des communications et des échantillons minéralogiques.

Pour devenir membre de la Société, il faut être présenté par deux membres et agréé par le Conseil d'Administration. L'élection est mise à l'ordre du jour de la séance qui suit celle où la présentation a été faite.

Les cotisations annuelles:

personnes physiques: France: 1200 Fr — Étranger: 1800 Fr

personnes morales: France: 1800 Fr — Étranger: 2400 Fr

doivent être versées au Trésorier; M. Curien, Laboratoire de Minéralogie, 1, rue Victor Cousin, Paris 5°, où effectuées par virement au compte chèque postal suivant: Société française de Minéralogie et de Cristallographie, 1 rue Victor Cousin — Paris 5°, C. C. P.: Paris 6168—45.

Les membres de la Société reçoivent gratuitement le Bulletin trimestriel. Ils peuvent obtenir un diplôme de Sociétaire sur demande adressée au Secrétaire (prix: 300 Fr).

Pour s'abonner s'adresser à la Librairie Masson 120, Boulevard St.-Germain — Paris 6°. Le prix de l'abonnement est de 2500 Frs ou \$ 8.

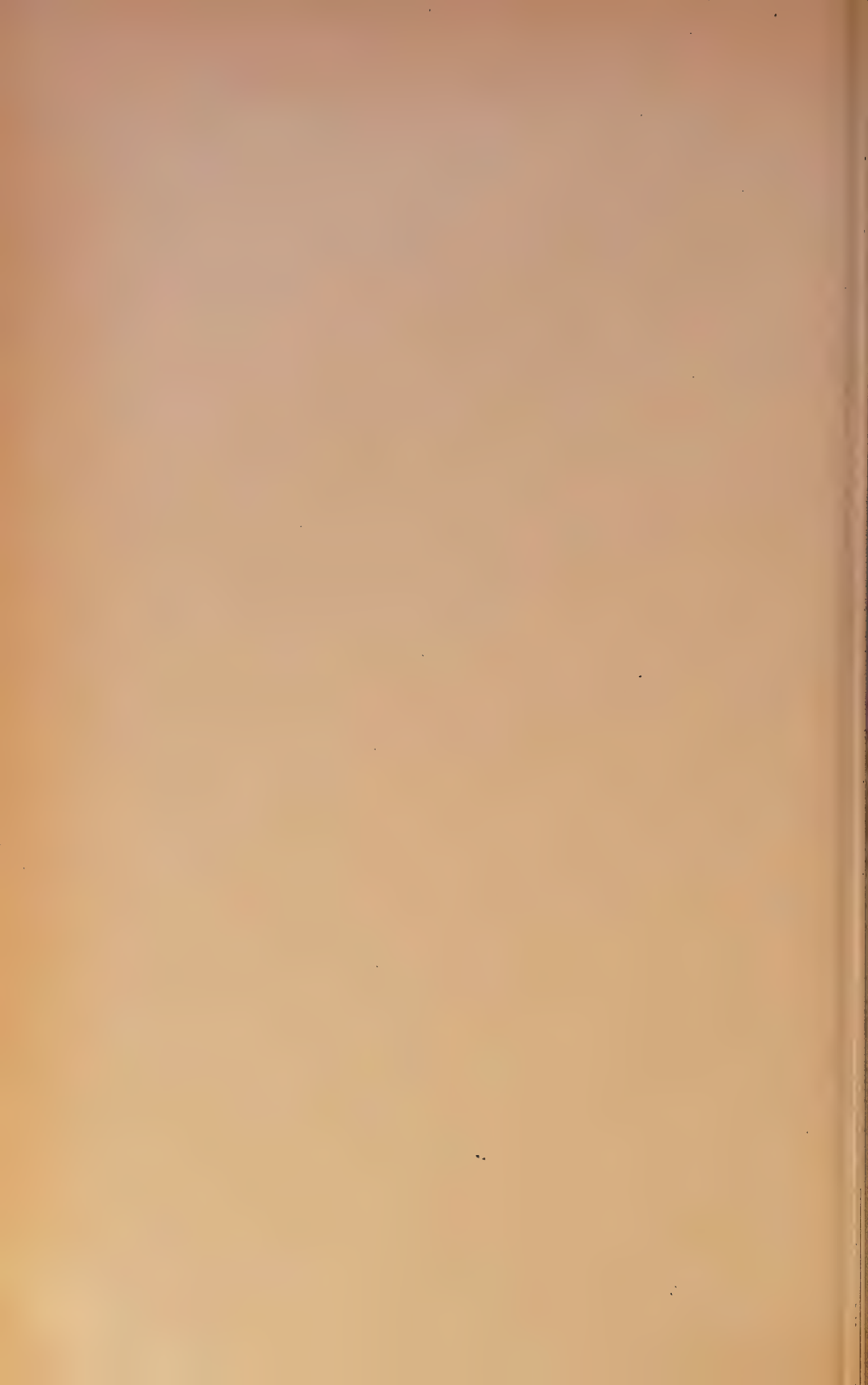
The American Mineralogist

Journal of The Mineralogical Society of America

The American Mineralogist is a bi-monthly scientific journal devoted to the publication of articles on mineralogy, crystallography, petrography, X-ray studies of minerals, and related subjects.

Subscription price is \$ 4.00 a calendar year. Subscribers should indicate whether their subscription is to start with the previous or following January number. Many back issues are still available; the 1954 issue is volume 29. Send subscription price to our treasurer,

Dr. EARL INGERSON, U. S. Geological Survey, Washington 25, D. C.



MITGLIEDERVERZEICHNIS

der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft

(nach dem Stand vom 15. März 1955)

Vorstand

1. Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. W. E. TRÖGER, Darmstadt.
Stellvertretender Vorsitzender und Sektionsleiter:
Prof. Dr. G. MENZER, München.
Weiteres Vorstandsmitglied: Prof. Dr. TH. ERNST, Erlangen.
Schriftführer: Prof. Dr. W. BORCHERT, München.
Schatzmeister: Dr.-Ing. W. DE LA SAUCE, Essen.

Beirat

- Schriftleiter: Prof. Dr. W. KLEBER, Berlin
Weitere Beiratsmitglieder: Prof. Dr. H. O'DANIEL, Frankfurt/Main.
Acting Secretary für Deutschland in der Internationalen Kristallographischen Union.
Prof. Dr. C. W. CORRENS, Göttingen.
Prof. Dr. F. HEIDE, Jena.
Prof. Dr. K. SPANGENBERG, Tübingen.

A. Ehrenmitglieder

- ESKOLA, P., Prof. Dr., Helsinki.
KOSSEL, W., Prof. Dr., Tübingen.
KRAUS, E. H., Prof. Dr., Ann Arbor, Michigan.
v. LAUE, M., Prof. Dr., Berlin.
PALACHE, C., Prof. Dr., Cambridge, Mass.
QUENSEL, P. D., Prof. Dr., Stockholm.
SCHEUMANN, K. H., Prof. Dr., Bonn.
SPENCER, L. J., Prof. Dr., London.
STEINMETZ, H., Prof. Dr., München.
STRANSKI, I. N., Prof. Dr., Berlin.
TERTSCH, H., Prof. Dr. Hofrat, Wien.

B. Persönliche Mitglieder

- AGRELL, F. E., Prof. Dr., Department of Geology, University of Manchester 13, England.
AHRENS, WILHELM, Prof. Dr., Leiter des Geologischen Landesamtes (Amt für Bodenforschung) Nordrhein-Westfalen, (22a) Krefeld, Westwall 124.
ALBRECHT, FRITZ, sen., Direktor Ara-Quarzitwerke, (13a) Altrandsberg über Cham Opf.
ALBRECHT, FRITZ, jun., Dr., Ara-Quarzitwerke, (13a) Altrandsberg über Cham Opf.
AMSTUTZ, G. CHRISTIAN, Dr., Petrologist, Cerro de Pasco Corporation, La Oroya, Peru.
ANDREATTA, CIRO, Prof. Dr., Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Bologna, Piazza S. Donato, Bologna, Italien.
ANDRÉE, KARL, Prof. Dr., (20b) Göttingen, Kantstr. 15.
BACHMANN, HANS-GERT, Dr., (16) Frankfurt Main, Senckenberg-Anlage 30.

- BACKLUND, HELGE, Prof. Dr., Mineralogisch-Geologisches Institut der Universität, Uppsala, Schweden.
- BAIER, ERNST, Prof. Dr., Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität, (22b) Mainz, Saarstr. 21.
- BAMBAUER, HANS-ULRICH, cand. min., Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität, (22b) Mainz, Saarstr. 21.
- BAND-LÖFFLER, ANNEGRET, Dr., (22c) Köln, Kunibertslostergasse 1.
- BANK, HERMANN, stud. rer. nat., (22b) Idar-Oberstein 2, Schützenstr. 25.
- BARIĆ, LJUDEVIT, Dr., Zagreb, Kustosija-Graberje 50, Jugoslawien.
- BARTH, TOM F. W., Prof. Dr., Mineralogisk-Geologisk Museum, Oslo, Norwegen.
- BAUMANN, LUDWIG, Dipl.-Ing., Mineralogisches Institut der Bergakademie, (10a) Freiberg i. Sa., Brennhausgasse 14.
- BAUTSCH, HANS-JOACHIM, cand. min., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Humboldt-Universität, (1) Berlin N 4, Invalidenstr. 43.
- BEDERKE, ERICH, Prof. Dr., Geologisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Bahnhofstr. 28.
- BEGER, P. JOHANNES, Prof. Dr., Mineralogisch-Geologisches Institut der T. H., (20a) Hannover, Nettelbeckstr. 4.
- BEHNE, WALTER, Dr., Geologisch-Mineralogisches Institut der T. H., (17a) Karlsruhe, Kaiserstr. 12.
- BEISLER, WALTER, Dipl.-Min., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Köln, Zülpicherstr. 47.
- BERDESINSKI, W., Dr., Privatdozent, Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (17a) Heidelberg, Hauptstr. 47—51.
- BERGHEIMER, HERMANN, Dr., (22b) Idar-Oberstein, Vollmersbacherstr. 5.
- BIANCHI, ANGELO, Prof. Dr., Istituto di Mineralogia, Corso Garibaldi 9, Padova, Italien.
- BIEGER, THELO, Dr., (21 b) Castrop-Rauxel, Wittener Str. 78.
- BÖHMEKE, ALBIN, Dr., (13a) Lichtenfels, Goethestr. 10.
- BÖTTCHER, GÜNTHER, Dr., (22b) Budenheim/Rhein, Wissenschaftliche Abteilung der Chemischen Fabrik.
- BOLDUAN, HELMUT, Dipl.-Min., (10a) Freiberg i. Sa., Hainicherstr. 18.
- BORCHERT, HERMANN, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Bergakademie, (20b) Clausthal-Zellerfeld, Paul-Ernst-Str. 8.
- BORCHERT, WERNER, Prof. Dr., Institut für Mineralogie der T. H., (13b) München 2, Arcisstr. 21.
- BRAITSCH, OTTO, Dr., Sedimentpetrographisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 13.
- BREHLER, BRUNO, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (16) Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
- BRENDLER, WOLFGANG, Dr., Handelschemiker, (24a) Hamburg, Bergkoppelweg 30.
- BRENNER, KARL, cand. rer. nat., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
- BRINKMANN, MARGARETE, Frau, Dr., (22c) Bonn, Nußallee 2.
- BURRI, CONRAD, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Sonneggstr. 5, Zürich VI, Schweiz.
- BÜSSEM, W. R., Dr., 1977 Arlens Ave., Dyton, Ohio, USA.
- BUSCHENDORF, FRITZ, Prof. Dr.-Ing., (20b) Clausthal-Zellerfeld 2, Bornhardtstr. 5.
- CALSOW, GEORG, Dr., (14a) Oberkochen bei Heidenheim, Optische Werke Opton.
- CHUDoba, KARL F., Prof. Dr., (20b) Adelebsen bei Göttingen, Angerstr. 263.
- CLAUSSEN, HEIN, Dr., Optische Werke E. Leitz, (16) Wetzlar, Bergstr. 32.
- CORRENS, CARL W., Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 16—18.
- DACHS, HANS, Studienassessor, Institut für Kristallographie und Mineralogie der Universität, (13b) München 2, Luisenstr. 37.
- DEICHA, G., Prof. Dr., Saint-Germain-en-Laye, 50 rue de mareil, Frankreich.
- DETTMER, FRIEDRICH, Regierungsbaurat, (24a) Lübeck, Postfach 620.
- DEUBEL, FRITZ, Prof. Dr., Geologisch-Paläontologisches Institut der Friedrich-Schiller-Universität, (15 b) Jena, Fraunhoferstr. 6.

- DIN, SHI-DO, Orientalisches Seminar der Universität, (22c) Bonn, Poppelsdorfer Allee 25.
- DRAEGER, TRUDE, stud., (22c) Köln-Königsforst, Wodanstr. 99.
- DRESCHER-KADEN, F. K., Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (24a) Hamburg 36, Esplanade 1c.
- EBERT, HEINZ, Dr., Geologe, Armida Pasteur 404, Rio de Janeiro, Brasilien.
- ECKHARDT, FRANZ-JÖRG, Dipl.-Min., (20a) Hannover, Wiesenstr. 72—74.
- EDELMANN, FELIX, Dipl.-Ing., (10a) Freiberg/Sa., Weisbachstr. 2.
- EHLERS, CURT, Dr., beedigter Handelschemiker, (24a) Hamburg 1, Speersort 8.
- EHRENBERG, HANS, Prof. Dr.-Ing., Bergassessor, (22c) Bonn, Kiefernweg 11 (Venusberg).
- EIGENFELD, ROLF, Dr., Privatdozent, Mineralogisches Institut der Universität, (13a) Würzburg, Pleichertorstr. 34.
- EITEL, WILHELM, Prof. Dr., Graduate Institute in Silicate Science, University of Toledo, Toledo 6, Ohio, USA.
- v. ENGELHARDT, W., Prof. Dr., (20a) Isernhagen N.B. über Hannover, Am Kahlendamm.
- ENGL, MARTO, stud. min., Mineralogisches Institut der Techn. Universität, (1) Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstr. 35.
- ENZMANN, ERICH, Vizepräsident, (13a) Sulzbach-Rosenberg-Hütte.
- EPPLER, W. FR., Dr., Privatdozent, i. Fa. Wiede's Carbidwerk, (13b) Freyung vorm Wald, Ndb.
- ERNST, THEODOR, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (13a) Erlangen, Schloßgarten 5.
- ESKOLA, PENTTI, Prof. Dr., Mineralogisch-Geologisches Institut der Universität, Snellmaninkatu 5, Helsinki, Finnland.
- EULER, ROBERT, cand. min., Mineralogisches Institut der Universität, (16) Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
- FABER, WALTER, Dr., Dozent, (20a) Seelze/Hannover, Wunstorferstr. 23.
- FACKERT, WALTHER, Dr., Werk Rasselstein, (22b) Neuwied, Bismarckstr. 10.
- FAUST, GEORGE T., Dr., U.S. Geological Survey, Washington 25, D.C., USA.
- FICKE, IRENE, stud. min., (13a) Würzburg, Schellingstr. 24.
- FISCHER, Emil, Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Humboldt-Universität, (1) Berlin N 4, Invalidenstr. 43.
- FISCHER, GEORG, Prof. Dr., (13b) München 19, Bothmerstr. 12.
- FISCHER, KARL, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (16) Frankfurt/Main, Senckenberg-Anlage 30.
- FISCHER, WALTHER, Dr.-Ing., (22b) Idar-Oberstein 1, Paulinenstr. 9.
- FLÖRKE, O. W., Dr., Max-Planck-Institut für Silikatforschung, (13a) Würzburg, Neuerplatz 2.
- FLÖRKE, WILHELM, Dr., Oberstudiendirektor, (16) Gießen, Karl-Vogt-Str. 9.
- FÖLDVÁRI, ALADÁR, Dr., Privatdozent, Chefgeologe, Direktor des Mineralogisch-Geologischen Institutes der Debrecener Universität; A Debreceni Tudományegyetem Ásvány-és Földtani Intézete, Debrecen 10, Ungarn.
- FÖRSTEL, URSULA, cand. min., (14b) Tübingen, Nauklerstr. 19.
- FRECHEN, JOSEF, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
- FRIEDRICH, OTMAR, Prof. Dr.-Ing., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Montanistischen Hochschule, Leoben, Österreich.
- FRONDEL, CLIFFORD, Prof. Dr., Geological-Museum, Harvard University, 12 Oxford Street, Cambridge/Mass., USA.
- FÜCHTBAUER, HANS, Dr., (20a) Hannover, Podbielskistr. 79.
- GAEDECKE, RUDOLF, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (19a) Halle S., Klopstockstr. 99.
- GALOPIN, RAYMOND, Prof. Dr., Muséum d' Histoire Naturelle, Genf, Schweiz.
- GAUSE, H., Dr., i. Fa. C. Zeiss, (15b) Jena.
- v. GEHLEN, KURT, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (13a) Erlangen, Schloßgarten 5.
- GENSER, CARL, Dr., Chemische Abteilung des Balneologischen Institutes der Universität München, (13a) Bad Kissingen, Kurhausstr. 7.
- GERKHAUSEN, WILHELM, Dr., (22a) Schiefbahn bei Krefeld, Alte Pastoratsstr. 5.

- GILLE, FRITZ, Dr., Zementforschungsinstitut, (22a) Düsseldorf, Eckstr. 17.
 v. GLISZCZYNSKI, SIEGFRIED, Dr., Privatdozent, (20b) Göttingen, Schillerstr. 51.
 GOETZ, HEINRICH, Dr., Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz, (22b) Mainz, Wallstr. 45.
 GRADE, KARL, Dr., (20a) Uetze/Hannover, Schafstallweg 4.
 GREISER, GEORG, Bergwerksbesitzer, (20a) Dollbergen über Lehrte, Nr. 87.
 GRENGG, ROMAN, Prof. T. H. Dr. habil., staatl. bef. Ziviltechniker für Chemie, Bad Schallerbach, Oberösterreich.
 GROETSCHEL, J. C., Verleger und wiss. Antiquar, (22a) Kettwig/Ruhr, Corneliusstr. 10.
 GROSS, NORA, Frau, Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (3b) Greifswald, Joliot-Curie-Block.
 GROSSER, GOTTFRIED, Dr. rer. techn., Staatliche Geologische Kommission, (1) Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
 GYSIN, MARCEL, Prof. Dr., Institut Minéralogie de l'Université, Quai Ecole de Médecine, Genf, Schweiz.
 HÄNSEL, E., Studienrat, Hermannsburg, Natal, Union of South Africa.
 HAHN-WEINHEIMER, PAULA, Frau, Dr., Dipl.-Chem. und -Ing., (16) Frankfurt/Main, Humboldtstr. 3.
 HAHN, THEO, cand. min., (22a) Duisburg-Meiderich, Bahnhofstr. 76; z. Z. Crystallographic Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge 39, Mass., USA.
 HAILER-KOHL, INGEBOURG, Frau, (22c) Bonn, Colmannstr. 8.
 HANSELMAYER, Josef, Dr., Graz/Eggenberg, Gallmayergasse 25, Österreich.
 HARADA, Z., Prof. Dr., Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan.
 HARDER, HERMANN, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 13.
 HARTWIG, WILHELM, Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Humboldt-Universität, (1) Berlin N 4, Invalidenstr. 43.
 HAVEN, Y., Dr., Roostenlaan 282, Eindhoven, Holland.
 HEGEMANN, FRIEDRICH, Prof. Dr., Forschungsstelle für Geochemie am Institut für Mineralogie der T. H., (13b) München 2, Arcisstr. 21.
 HEIDE, FRITZ, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (15b) Jena, Sellierstr. 6.
 HEIDE, HILDEGARD, cand. rer. nat., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
 HEINRICH, E. WM., Assistant Professor, Department of Mineralogy, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA.
 HELKE, ADOLF, Dr., Maden Etüd ve Tesis Şubesi Etibank, Ankara, Türkei.
 HELLMERS, J. HANS, Dr., Institut für Kalisalzforschung, (1) Berlin-Adlershof.
 HELLNER, ERWIN, Dr., Privatdozent, Mineralogisches Institut der Universität, (16) Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
 HENGLEIN, MARTIN, Prof. Dr., (17a) Karlsruhe, Reinhold-Frank-Str. 2.
 HENNECKE, R., Dr.-Ing., Direktor, Eisenwerk Gesellschaft Maximilianshütte mbH., (13a) Sulzbach-Rosenberg-Hütte.
 HENTSCH, JOHANNES, Oberstudienrat, (10b) Leipzig S 3, Fockestr. 35.
 HENTSCH, HANS, Dr., Privatdozent, (16) Wiesbaden, Lorcherstr. 2.
 HERITSCH, HAYMO, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Graz, Österreich.
 HERMANN, CARL, Prof. Dr., Kristallographisches Institut der Universität, (16) Marburg/Lahn, Gutenbergstr. 18.
 HERMANN, GÜNTHER, Dipl.-Min., Deutsche Akademie der Wissenschaften, Institut für Mineralsalzforschung, (1) Berlin-Adlershof, Rudower Chaussee.
 HILLER, JOHANN ERICH, Prof. Dr., Institut für Mineralogie und Petrographie der Technischen Universität, (1) Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstr. 34.
 HIMMEL, HANS, Prof. Dr., (17a) Eichersheim, Kr. Sinsheim/Baden, Haus 34.
 HOENES, DIETER, Prof. Dr., Geologisch-Mineralogisches Institut der T. H., (17a) Karlsruhe, Kaiserstr. 12.
 HOGE, REINHARD, cand. min., (Anschrift unbekannt)

- HOPMANN, MICHAEL, Dr., Pater, (22b) Maria Laach über Andernach, Benediktinerabtei.
- HOPPE, GÜNTER, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (19a) Halle/S., Domplatz 1.
- HOPPE, WALTER, Prof. Dr., Staatliche Geologische Kommission, Außenstelle Jena, (15b) Jena, Saalbahnhofstr. 19.
- HOYER, HERBERT, Dr., Privatdozent, Farbenfabriken Bayer, (22c) Leverkusen.
- HÜNERMANN, FRIEDRICH WERNER, Dr., Geologe, (21b) Bochum, Hans-Böckler-Str. 22.
- HÜTTENHAIN, HANS, Dr.-Ing., Privatdozent, (20b) Clausthal-Zellerfeld, Zellbach 65.
- HUFFMANN, HELGA, Frau, Dr., (20b) Braunschweig, Bernerstr. 10.
- IDE, KARL-HEINZ, Dr., (1) Berlin-Schlachtensee, Ilsesteinweg 38.
- INGERSON, EARL, Dr., U.S. Geological Survey, Washington 25, D.C., USA.
- JAGODZINSKI, HEINZ, Dr., Privatdozent, Max-Planck-Institut für Silikatforschung, (13a) Würzburg, Neunerplatz 2.
- JAHN, ANNA, Frau, (10b) Plauen/Vogtland, Oberer Graben 9.
- JASKER, GEORG, Geschäftsführer, (24a) Hamburg 1, Ferdinandstr. 58 (HAPAG).
- JASMUND, KARL, Dr., Dozent, Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 16—18.
- JONAS, LUDWIG, cand. min., (22c) Gymnich, Bez. Köln.
- JUBELT, RUDOLF, Dr., (10b) Leipzig W 35, Weinbergstr. 19.
- KAEDING, JOACHIM, Dr., (1) Berlin-Lichtenberg, Möllendorfstr. 108.
- KÄRCEL, WALTER, Dr., (1) Berlin SO 36, Leuschnerdamm 7.
- KALB, GEORG, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Köln, Zulpicherstr. 47.
- KEDESDY, H., Dr., 33 Tabor St., Little Silver, N.J., USA.
- KEIL, FRITZ, Dr., Direktor des Zementforschungsinstitutes, (22a) Düsseldorf, Eckstr. 17.
- KIRSCH, HELMUT, Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Humboldt-Universität, (1) Berlin N 4, Invalidenstr. 43.
- KLEBER, WILL., Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Humboldt-Universität, (1) Berlin N 4, Invalidenstr. 43.
- KLEBER-KNOPF, IRMGARD, Dr., (1) Berlin-Köpenick, Wendenschloß, Ostendorfstr. 15.
- KLÜPPELBERG, ERNST, Dr., (13a) Straubing/Ndb., Stadtgraben 45.
- KOARK, HANS JOACHIM, Prof. Dr., Mineralogiska Institutionen, Uppsala, Schweden.
- KÖHLER, ALEXANDER, Prof. Dr., Wien XI, Hauptstr. 69, Österreich.
- KÖSTER, HEINRICH MARTIN, cand. min., Sedimentpetrographisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 13.
- KOHLER, KURT, Dr., Mineralogisches Institut der Freien Universität, Berlin-Lichterfelde-West, Holbeinstr. 48.
- KORDES, ERNST, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Bonner Talweg 49.
- KORITNIG, SIGMUND, Dr., Privatdozent, Mineralogisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 16—18.
- KOSSEL, W., Prof. Dr., Physikalisches Institut der Universität, (14b) Tübingen.
- KOST, HEINRICH, Generaldirektor Dr.-Ing. e.h., (22a) Agnetenhof bei Kappellen, Kr. Moers.
- KRÄMER, HUBERTUS, Dipl. Min., Wiesbaden-Biebrich, Karlstr. 1.
- KRATZERT, J., Dr., i. Fa. Didier-Werke AG., (16) Wiesbaden, Eltviller Str. 1.
- KRAUS, EDUARD H., Prof. Dr., Mineralogical Laboratory, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA.
- KREBS, HEINZ, Dr., Privatdozent, Chemisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Meckenheimer Allee 168.
- KUBACH, ISA, Dr., Gmelin-Institut, (20b) Clausthal-Zellerfeld, Altenauer Str. 24.
- KÜHN, ROBERT, Dr., (20a) Hannover, Jordanstr. 21.
- LANGE, HERMANN, (22a) Düsseldorf-Holthausen, Bonner Str. 14.
- V. LAUE, MAX, Prof. Dr., Deutsche Forschungshochschule, (1) Berlin-Dahlem, Faradayweg 8.
- LAUFHÜTTE, DIETRICH-WILHELM, Dr., (21a) Recklinghausen, Reitzensteinstr. 21.
- LAVES, FRITZ, Prof. Dr., Sonneggstr. 5, Zürich VI, Schweiz.
- LEHMANN, EMIL, Prof. Dr., (16) Gießen, Südanlage 14.

- LEHMANN, HANS, Dr.-Ing., (20b) Goslar/Harz, Cramer-von Clausbruch-Str. 12.
 LEHMANN, WALTER M., Prof. Dr., (22c) Beuel bei Bonn, Bachstr. 22.
 LEINWEBER, GÜNTER, cand. min., Mineralogisches Institut der Universität, (16) Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
 LEINUNG, ADOLF, Bergassessor, i. Fa. Stollberger Zink AG., (22b) Bad Ems.
 LEONHARDT, JOHANNES, Prof. Dr., Universität (Elac) Bau 12, (24b) Kiel, Olshausenstr.
 LEUTWEIN, FRIEDRICH, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Bergakademie, (10a) Freiberg i. Sa., Bertholdsweg 44.
 LEYSER, RICHARD, Lehrer, (22b) Idar-Oberstein 2, Wingertchen 6.
 LIEBER, WERNER, Dr., (17a) Karlsruhe, Hirschstr. 66.
 LIESEGANG, CARL, Bergassessor und Bergwerksdirektor a. D., (24a) Hamburg-Rissen, Wespenstieg 1.
 LIETZ, JOACHIM, Prof. Dr., (24a) Reinbek bei Hamburg, Jahnckeweg 36.
 LINDEMANN, WILLI, Dr., (13a) Bamberg/Ofr., Pfisterstr. 3.
 LINDENBERG, WERNER, Dipl.-Ing., (24a) Hamburg 24, Schürbekerstr. 2.
 LINDLEY, HENRY W., Dr., Privatdozent, Mineralogisches Institut der T. H., (22c) Aachen, Wüllnerstr. 2.
 LIPPMANN, FRIEDRICH, cand. rer. nat., (20b) Bovenden über Göttingen; z. Z. Department of Geology, University of Illinois, Urbana/Ill., USA.
 LOCHER, FRIEDRICH WILHELM, Dr. rer. nat., Forschungsinstitut der Zementindustrie, (22a) Düsseldorf, Kirchfeldstr. 12.
 LÖFFLER, KARL, Dr., (19a) Schkopau über Merseburg.
 LÜCKING, H. WILHELM, Dr. phil. nat., Hochspannungsphysiker, (22c) Köln, Sülzgürtel 44.
 LÜDKE, WERNER, Dr., (10b) Leipzig C 1, Schletterstr. 8.
 MAC CAUGHEY, WM. J., Prof. Dr., Department of Mineralogy, Columbus 10, Ohio, USA.
 MACHATSCHKI, FELIX, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, Wien I, Karl-Lueger-Ring 1, Österreich.
 MACKOWSKY, MARIA-THERESIA, Dr., Privatdozentin, Steinkohlenbergbauverein, (22a) Essen, Langenbrahmstr. 27.
 MAIER, WILHELM, Dr., (13b) Bernau/Obb. 60½.
 MARIĆ, LUKA, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Technischen Fakultät, Zagreb, Kacičeva 26, Jugoslawien.
 MARKUS, KLAUS, cand. min., (22a) Remscheid-Hasten, Unterhölderfelder Str. 2.
 MARTENS, ALWIN, Gewerbelehrer, (24a) Hamburg-Lokstedt, Jägerlauf 27.
 MÅRTENSSON, CARL, Ingenieur, Fack 303, Jonköping, Schweden.
 MATTHES, SIEGFRIED, Dr., Privatdozent, Mineralogisches Institut der Universität, (16) Frankfurt/M., Senckenberg-Anlage 30.
 MAUCHER, ALBERT, Prof. Dr., Institut für allg. und angew. Geologie und Mineralogie der Universität, (13b) München 2, Luisenstr. 37.
 MAYER-GOSSNER, FRIEDRICH KARL, (17a) Heidelberg, Grahamstr. 43.
 MEDENBACH, KARL, Dr., (16) Rodheim über Gießen.
 MEHMEL, MARTIN, Prof. Dr., i. Fa. Siemens-Schuckert-Werke AG., Porzellanfabrik Hochstadt, (13a) Hochstadt/Ofr. über Lichtenfels.
 MEHNERT, KARL-RICHARD, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Freien Universität, (1) Berlin-Lichterfelde-West, Holbeinstr. 48.
 MEIXNER, HEINZ, Dr., Privatdozent, Bergdirektion Hüttenberg, Post Knappenberg/Kärnten, Österreich.
 MELDAU, ROBERT, Dr.-Ing., Patentanwalt, Lehrbeauftragter für Staubforschung und Staubtechnik, (21a) Harsewinkel über Gütersloh, Westfalen.
 MELLIS, OTTO, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, Rosenhill Djurgården, Stockholm, Schweden.
 MENZER, GEORG, Prof. Dr., Universitätsinstitut für Kristallographie und Mineralogie, (13b) München 2, Luisenstr. 37.
 METZ, RUDI, Dr., (17b) Freiburg i. Br., Schubertstr. 30.
 MICHELS, FRANZ XAVER, Dr., (22b) Niedermendig, Bez. Koblenz.
 MÖLLER, H., Dr., Max-Planck-Institut für Eisenforschung, (22a) Düsseldorf, August-Thyssen-Str. 1.
 MOSEBACH, RUDOLF, Prof. Dr., (14b) Tübingen, Gartenstr. 67.

- MÜLLER, HERMANN, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (16) Frankfurt/M., Senckenberg-Anlage 30.
- MÜLLER, MARTHA, Dr., (14a) Heidenheim Brenz, Altenheimstr. 3.
- MÜLLERS, PETER, Dr., (15b) Jena, Tatzendpromenade 28.
- MUSSGUG, FRANZ, Dr., Konservator, (13b) München, Südliche Auffahrtsallee 57.
- NACKEN, RICHARD, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (14b) Tübingen, Bismarckstraße 46.
- NAGELSMIDT, Dr., Research Laboratories, Ministry of Fuel and Power, Portobello Street, Cheffield 1, England.
- NAUMANN, MARTIN, Dr., (10b) Waldheim Sa., Postfach 47; z. Z. Wünschendorf/Elster, Postfach 18.
- NEELS, HERMANN, Dr., Institut für Kalisalzforchung, (1) Berlin-Adlershof.
- NEUHAUS, A., Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
- NEY, PAUL, Dipl.-Chem., Institut für Mineralogie der T. H., (13b) München 2, Arcisstr. 21.
- NICKEL, ERWIN, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (21b) Münster/Westf., Grüner Grund 40.
- NIELSEN, HEIMO, Dr., (24a) Hamburg 30, Kottwitzer Str. 5.
- NITSCHMANN, GÜNTHER, Dr., (16) Wetzlar Lahn, Am Entenspiel 1.
- NITZSCHE, HANS-GEORG, Dipl.-Min., Mineralogisches Institut der Bergakademie, (10a) Freiberg/Sa., Brennhausgasse 14.
- NOLL, WALTER, Prof. Dr., (22a) Leverkusen, Bayerwerk, Weskottstr. 8.
- NOSKE, E., Dipl.-Ing., (24a) Hamburg-Großflottbek, Malerwinkel 9.
- NOTTMAYER, OTTO, Dr.-Ing. Dipl.-Berging., (16) Kassel-Wilhelmshöhe, Steinhöferweg 3.
- NOWACKI, WERNER, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Hermann-Sahli-Str. 6, Bern, Schweiz.
- OBERAUER, KURT, Dr., (22a) Düsseldorf 10, Seydlitzstr. 24.
- OBERMILLER, WALTER, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, (14a) Stuttgart W, Johannesstr. 3/1.
- O'DANIEL, HERBERT, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (16) Frankfurt/M., Senckenberg-Anlage 30.
- OELSNER, OSCAR, Prof. Dr.-Ing., Mineralogisches Institut der Bergakademie, (10a) Freiberg/Sa., Brennhausgasse 14.
- OTTEMANN, JOACHIM, Dr. rer. nat., (1) Berlin-Niederschöneweide, Britzerstr. 20.
- OTTO, HELMUT, Dr., (19a) Leuna, Kr. Merseburg, Friedensstr. 40.
- PADUROW, N. N., Prof. Dr., Max-Planck-Institut für Silikatforschung, (13a) Würzburg, Neunerplatz 2.
- PAKULLA, ILSE, Dr., Dipl.-Chem., Versuchsanstalt der Deutschen Edelstahlwerke AG., (22a) Krefeld 1, Gladbachstr. 578.
- PALACHE, CHARLES, Prof. Dr., Department of Mineralogy and Petrography, Harvard University, Oxford Street, Cambridge/Mass., USA.
- PATZAK, INGEBORG, Dr., Institut für Mineralogie der T. H., (13b) München 2, Arcisstr. 21.
- PAUL, HELMUT, cand. min., (13b) München, Maßmannstr. 4.
- PAUL, WOLFGANG, cand. min., (13b) München, Maßmannstr. 4.
- PAULITSCH, PETER, Dr., Privatdozent, Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Graz, Österreich.
- PENSE, JÜRGEN, stud. rer. nat., (22b) Mainz, Universität, Wohnheim Zi. 356.
- PENTA, FRANCESCO, Prof. Ing., Università di Roma Facoltà d'Ingegneria, Istituto di Geologia applicata e di giacimenti Minerari, S. Pietro in Vincoli, Roma, Italien.
- PETERS-RADZYK, MARION, Frau, Dr., Basel 24 (Bruderholz), C.-F.-Meyer-Str. 8, Schweiz.
- PETRASCHEK, WILHELM, Prof. Dr., Berlin-Spandau, Straßburger Str. 43.
- PETROW, KURT, Dr., Studienrat, (1) Berlin-Spandau, Straßburger Str. 43.
- PFEFFERKORN, GERHARD, Dr., (21a) Münster/Westf. Habichtshöhe 12.
- V. PHILIPSBORN, HELMUT, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Poppelsdorfer Schloß.

- PIERUCCINI, RENZO, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, Messina/Sizilien, Italien.
- PIETZSCH, KURT, Prof. Dr., (10a) Freiberg/Sa., Schloßplatz 1.
- PILLER, HORST, Dr., i. Fa. R. Winkel GmbH., (20b) Göttingen, Königsallee 17—21.
- PLANK, ANTON, Dr., (16) Gießen, Unter der Liebigshöhe 7.
- PLEIN, EBERHARD, Dr., (20a) Steimbke, Kr. Nienburg/Weser, Brigitta-Siedlung 188.
- POTRZEBA, HELLMUTH, Bergingenieur, (1) Berlin-Friedenau, Taunusstr. 28.
- PRALOW, WALTER, Dr., (16) Sprendlingen, Kr. Offenbach, Ringstr. 7.
- PREUSS, EKKEHARD, Prof. Dr., (13b) München 8, St.-Privat-Str. 11.
- PÜHRER, HERBERT, cand. min., Mineralogisches Institut der Universität, (10b) Leipzig C 1, Talstr. 35.
- QUENSEL, PERCY D., Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, Drottning-gatan 116, Stockholm, Schweden.
- RAABE, WILHELM, Dr.-Ing., (Anschrift unbekannt).
- RAAZ, FRANZ, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Wien I, Österreich.
- RADCZEWSKI, OTTO ERNST, Dr., Institut für Gesteinshüttenkunde, (22c) Aachen, Mauerstr. 5.
- RAMDOHR, PAUL, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (17a) Heidelberg, Hauptstr. 47—51.
- RATH, ROBERT, Dr., Mineralogisch-Geologisches Institut der T. H., (20a) Hannover, Welfengarten 1.
- RATSCHILLER, LUDWIG, Dr., Istituto di Mineralogia della Università di Bologna, Piazza S. Donato 1, Bologna, Italien.
- RAUSCH, ERICH, Bergassessor, (21a) Recklinghausen, Im Stubbenberg 183.
- RECHENBERG, HANS, Dr., Türk Maadin Sirketi, Galatasaray P. K. 2323, Istanbul/Türkei.
- REÉ, CHRISTOF, stud. rer. nat., (16) Wiesbaden-Kostheim, Hauptstr. 134.
- REH, HERBERT, Dr.-Ing., Dipl.-Berging., Leiter der Außenstelle der Staatl. Geol. Kommission, (15b) Jena, Saalbahnhofstr. 19.
- REHWALD, GERHARD, Dipl.-Berging., (22c) Aachen, Lütticher Str. 176.
- REIN, GERHARD, Dr., (17b) Freiburg i. Br., Seminarstr. 25.
- REUNIG, ERNST, Prof. Dr., Vlotenberg, Cap, South Africa.
- REUSCH, HERMANN, Dr., (22a) Oberhausen/Rhld., Gutehoffnungshütte.
- REUTER, AUGUST, Dr., (16) Bad Homburg v. d. H., Brendelstr. 46.
- RÖBE-OLTMANN, GEORG, Dr., (16) Wiesbaden, Daimlerstr. 11.
- RÖSCH, SEGFRIED, Prof. Dr., Optische Werke E. Leitz GmbH., (16) Wetzlar.
- RÖSING, FRANZ, Dr., Hessisches Landesamt für Bodenforschung, (16) Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- RÖSLER, HANS JÜRGEN, Dipl.-Min., Mineralogisches Institut der Bergakademie, (10a) Freiberg/Sa., Brennhaussasse 14.
- ROSE, HERMANN, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (24a) Hamburg 36, Esplanade 1c.
- ROST, FRANZ, Dr., Privatdozent, (13b) München 22, Gewürzmühlstr. 11.
- ROTTENBACH, ERICH, Dr., (22c) Bonn, Arndtstr. 7.
- SAALFELD, HORST, Dr., Max-Planck-Institut für Silikatforschung, (13a) Würzburg, Neunerplatz 2.
- SACHER, ILSE, Dr., Groß-Veitsch 193, Österreich.
- SANDRÉA, ANDRÉ PHILIPPE, Dr., Laboratoire de Minéralogie du Muséum, 61 Rue de Buffon, Paris 5, Frankreich.
- DE LA SAUCE, W., Dr.-Ing., Direktorium der Deutschen Kohlenbergbauleitung (22a) Essen, Glückaufhaus.
- SCHAACKE, INGBURG, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (3a) Rostock, Wismar'sche Str. 8.
- SCHACHNER, DORIS, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der T. H., (22c) Aachen, Wüllerstr. 2.
- SCHALLER, WALDEMAR, T. Prof. Dr., Research Mineralogist, Department of the Interior, Geological Survey, Washington 25, D.C., USA.
- SCHEFFER, LUDWIG R., Dr.-Ing. Bergassessor a. D., Petit Lancy, Genf, Chêne Gros, Schweiz.

- SCHEIBLER, ADOLF, (22a) Krefeld, Hüttenallee 47.
- SCHUEMANN, KARL HERMANN, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Königstr. 97.
- SCHIEBOLD, ERNST, Prof. Dr., Forschungsstelle, Deutsches Amt für Material- und Warenprüfung der DDR, für zerstörungsfreie Werkstoffprüfung, (10b) Leipzig W 31, Nonnenstr. 44.
- SCHIENER, ALFRED, Dr., Naturhistorisches Museum, Mineralogisch-Petrographische Sammlung, Wien I, Burgring 7, Österreich.
- SCHILLY, WILHELM, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
- SCHLOEMER, HERMANN, Dr., (14b) Tübingen, Bismarckstr. 50.
- SCHLOSSMACHER, KARL, Prof. Dr., (22b) Idar-Oberstein 2, Mainzer Str. 29.
- SCHMIDT, ARTHUR, (24a) Hamburg 39, Gellertstr. 43.
- SCHMIDT, WILHELM, Dr., Markscheider und Vermessungsingenieur, (21b) Kamen/Westf., In der Aue 2.
- SCHMITZ, HANS HERMANN, stud. phil., (22a) Duisburg-Beeck, Flottenstr. 5.
- SCHNARRENBERGER, CARL, Dr., Oberberggrat a. D., (17b) Freiburg i. Br., Schumannstr. 6.
- SCHNEIDER, GÜNTHER, Dipl.-Min., (10b) Leipzig-Taucha, Bahnhofstr. 28.
- SCHNEIDER, HANS-JOCHEN, Dr., Dipl.-Geol., (13b) München 13, Adelheidstr. 25a.
- SCHNEIDERHÖHN, HANS, Prof. Dr., (17b) Freiburg i. Br., Sonnhalde 10.
- SCHNEIDERHÖHN, PAULA, Dr., Laborvorsteherin, Sedimentpetrographisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 13.
- SCHOEP, A., Prof., Baudelostr. 87, Gent, Belgien.
- SCHREYER, WERNER, cand. geol., Institut für Gesteinskunde der Universität, (13b) München 2, Luisenstr. 37.
- SCHRÖCKE, HELMUT, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (17a) Heidelberg, Hauptstr. 47—51.
- SCHRÖDER, A., Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (24a) Hamburg 36, Esplanade 1c.
- SCHÜLLER, ARNO, Prof. Dr. phil., Dipl.-Geol., Mineralogisches Institut der Humboldt-Universität, Abteilungsleiter an der Staatl. Geol. Kommission, (1) Berlin-Adlershof, Husstr. 38.
- SCHÜRENBERG, HORST, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (17b) Freiburg i. Br., Lorettostr. 40.
- SCHULTZE, FRANZ, Bergwerksdirektor Dr.-Ing., Mitglied des Vorstandes der Braunschweigischen Kohlenbergwerke, (20b) Helmstedt.
- SCHUMACHER, FRIEDRICH, Prof. Dr.-Ing., (22c) Bonn, Venusberg, Haager Weg 55.
- SCHUMANN, HILMAR, Prof. Dr., Institut für Mineralogie und Geologie der T.H., (10a) Dresden A 27, Würzburgerstr. 46.
- SCHUSTERIUS, CARL, Dr., (13a) Königshofen/Grabfeld, Ufr.
- SCHWIETE, HANS ERNST, Prof. Dr., Institut für Gesteinshüttenkunde der T. H., (22c) Aachen, Wüllnerstr. 2.
- SCHYLE, HILDE, cand. min., (17b) Freiburg i. Br., Sternwaldstr. 28.
- SEELIGER, ERICH, Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (17a) Heidelberg, Hauptstr. 47—51.
- SEEMANN, REINHOLD, Dr., Hauptkonservator a. D., (17b) Freudenstadt, Schwarzwald, Landhausstr. 27.
- SEHLKE, KARL, Dr., (17b) Freiburg i. Br., Schwarzwaldstr. 87.
- SEIFERT, HANS, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (21a) Münster/Westf., Hüfferstr. 1.
- SEIFERT, RICHARD, Ingenieur und Fabrikbesitzer, (24a) Hamburg 13, Behnstr. 7—11.
- SEIM, ROLF, Dipl. Min., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (3a) Rostock, Wismar'sche Str. 8.
- SILBERSTEIN, GEORG, (1) Berlin W 30, Eislebener Str. 13.
- SIMON, WILHELM GEORG, Dr., (24a) Hamburg 13, Isestr. 127.
- SINGER, EMIL, Dr., (13a) Redwitz Rodach, Kr. Lichtenfels, Hauptstr. 54.
- SOMMER, MARTIN, Dr., Studienrat, Mineralogisches Institut der Bergakademie, (10a) Freiberg/Sa., Brennhaugasse 14.

- SPANGENBERG, KURT, Prof. Dr., Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (14b) Tübingen, Sigwartstr. 10.
- SPENCER, LEONHARD JAMES, Prof. Dr., Mineralogical Department, British Museum of Natural History, Cromwell Road, South Kensington, London SW 7, England.
- STARK, MICHAEL, Prof. Dr., Wolkersdorf-Rußbach bei Wien, Österreich.
- STEINMETZ, HERMANN, Prof. Dr., (13b) München 13, Jakob-Klar-Str. 7.
- V. STEINWEHR, HELMUT ERNST, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (22b) Mainz, Saarstr. 21.
- STILLE, HANS, Prof. Dr., (20a) Hannover, Kolbergstr. 12c.
- STRANSKI, I. N., Prof. Dr., Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie der Technischen Universität, (1) Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 34.
- ZUR STRASSEN, HEINRICH, Dr., (16) Wiesbaden-Biebrich, Rheingaustr. 15.
- STRUNZ, HUGO, Prof. Dr., Institut für Mineralogie und Petrographie der Technischen Universität, (1) Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 34.
- STÜBEL, GÜNTHER, stud. min., (14a) Stuttgart, Wagenburgstr. 135.
- STÜTZEL, HELMUT, Dr. phil., Laboratoriumsleiter, Heinrich Koppers GmbH., Gruppe Fabriken feuerfester Erzeugnisse, (22a) Düsseldorf-Heerd, Wiesenstr. 61.
- TABORSZKY, FRANZ, Dipl.Min., (16) Darmstadt, Alexanderstr. 3.
- TAUPITZ, KARL CHRISTOPH, Dipl.-Ing., Institut für Mineralogie, Petrographie und Lagerstättenkunde der Bergakademie, (20b) Clausthal-Zellerfeld.
- TENNYSON, CHRISTEL, Dr., Mineralogisch-Geologisches Institut der Hochschule, (13a) Regensburg, Dörnbergpalais.
- TERTSCH, HERMANN, Prof. Dr., Hofrat, Wien VI/56, Maria-Hilfer-Str. 93/20, Österreich.
- TEUSCHER, E. O., Dr., Geologische Landesuntersuchung, (13b) München, Ludwigstr. 16.
- TÖPPER, WOLFGANG, Dr., Institut für Mineralogie der Techn. Universität, Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 34.
- TOKODY, LASZLO, Prof. Dr., Direktor der Mineralogisch-Petrographischen Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums, Budapest VIII, Muzeum Körút 14, Ungarn.
- TROCHIM, HANS-DIETER, cand. geol., (16) Darmstadt, Alexanderstr. 3.
- TRÖGER, EHRENDREICH, Prof. Dr.-Ing., Mineralogisches Institut der T. H., (16) Darmstadt, Alexanderstr. 3.
- TRÖMEL, G., Dr., Max-Planck-Institut für Eisenforschung, (22a) Düsseldorf, August-Thyssen-Str. 1.
- TROJER, FELIX, Dr., Magnesitwerk Radenthein/Kärnten, Österreich.
- ULLRICH, KARL AUGUST, Dr.-Ing., Direktor, (22a) Essen-Rellinghausen, Kantorie 96.
- URBAN, HEINZ, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (21a) Münster/Westf., Hüfferstr. 1.
- VALETON, IDA, Frau, Dr., Geologisches Staatsinstitut, 24a Hamburg 36, Esplanade 1b.
- VOGEL, EDGAR, Dr., (1) Berlin N 113, Wisbyerstr. 11b.
- V. VULTÉE, JOACHIM, Dr., Institut für Mineralogie und Lagerstättenkunde der T. H., (22c) Aachen, Wüllnerstr. 2.
- WATANABE, T., Prof. Dr., Geological Institute, Faculty of Science, Tokyo University, Tokyo, Japan.
- WEBER, LEONHARDT, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, Rue de Lau-sanne 30, Freiburg, Schweiz.
- WECHT, PETER, Dr. rer. nat., (17b) Waldkirch/Br., Kastelbergstr. 3.
- WEDEPOHL, KARL HANS, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 16—18.
- WEGMANN, EUGEN, Prof. Dr., Geologisches Institut der Universität, Bellevaux 31, Neuchâtel, Schweiz.
- WEIGAND, WILLIAM, (1) Berlin-Wilmersdorf, Homburger Str. 26.
- WEINER, KARL LUDWIG, Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (20c) Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
- WEISE, CURT, Dr., (24a) Lübeck-Herrenwyk, Hochofenstr. 9.
- WEISSENBERG, GUSTAV, Ingenieur, (16) Wetzlar/Lahn, Nauborner Str. 172.
- WERNER, CARL-DIETRICH, Dipl.Min., (19a) Halle/Saale, Große Steinstr. 63.
- WETZEL, WALTER, Prof. Dr., (24b) Kiel, Düppelstr. 71.
- WEYER, IMMANUEL, Dr., Physikalisch-Technische Reichsanstalt, (20b) Braunschweig, Postschließfach 447.

- WICKMANN, FRANS E., Prof. Dr., Naturhistoriska Riksmuseets, Mineralogiska Avdelning, Stockholm 50, Schweden.
- WILD, GEORG O., Edelsteinforschungslaboratorium, (22b) Idar-Oberstein 2, Hauptstr. 156.
- WILK, HARRY, stud. phil., (1) Berlin-Tempelhof, Wittekindstr. 61.
- WILKE, ALBRECHT, Dipl.-Berging., (20b) Clausthal-Zellerfeld, Sorge 21.
- WILLEMS, JAKOB, Dr., (22a) Krefeld, Heidedyk 64.
- WIMMENAUER, WOLFHARD, Dr., (17b) Freiburg i. Br., Wölflinstr. 9.
- WINKHAUS, HERMANN, Dr.-Ing., (22a) Düsseldorf, Bleichstr. 16—18.
- WINKLER, HELMUT, Prof. Dr., Mineralogisches Institut der Universität, (16) Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
- WITTE, HELMUT, Prof. Dr., Institut für Röntgenkunde der T. H., (16) Darmstadt, Hochschulstr. 4.
- WITTEBERG, WERNER, Dr., (22a) Wuppertal-Barmen, Schwartnerstr. 11.
- WOLF, EGON, stud., (22c) Köln, Neue Kempenerstr. 262.
- V. WOLFF, THILMANN, Frh., Dr., Pretoria, Südafrika.
- WONDRATSCHEK, HANS, Dr., (22c) Bad Godesberg, Mittelstr. 11.
- ZARTNER, RICHARD WENZEL, Prof. Dr., (13a) Bamberg, Amalienstr. 30.
- ZEDLITZ, OTTO, Prof. Dr., Mineralogisch-Geologisches Institut der Pädagogischen Hochschule, (2) Potsdam-Sanssouci, Alter Marstall.
- ZEMANN, JOSEF, Prof. Dr., Mineralogisch-Kristallographisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 16—18.
- ZESCHKE, GÜNTER, Dr., (22c) Rhöndorf Rhein, Am Spenbaum 17.

C. Unpersönliche Mitglieder

- Aachen* Institut für Mineralogie und Lagerstättenkunde der Rheinisch-Westfälischen Hochschule, (22c) Aachen, Wüllnerstr. 2.
- Aachen* Stolberger Zink AG. für Bergbau und Hüttenbetrieb, (22c) Aachen.
- Bad Ems* Oberbergamt, Landesregierung Rheinland-Pfalz, (22b) Bad Ems, Mainzer Str. 1.
- Basel* Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Bernoullinum, Basel, Schweiz.
- Berlin* Staatliche Geologische Kommission, (1) Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
- Berlin* Mineralogisch-Petrographisches Institut und Museum der Humboldt-Universität, (1) Berlin N4, Invalidenstr. 43.
- Berlin* Mineralogisches Institut der Technischen Universität, (1) Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstr. 34.
- Berlin* Berliner Zentralbibliothek (American Memorial Library), (1) Berlin SW 61, Gitschinerstr. 97—103.
- Berlin* Mineralogisches Institut der Freien Universität, (1) Berlin-Lichterfelde-West, Holbeinstr. 48.
- Bern* Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Bern, Hermann-Sahli-Str. 6, Schweiz.
- Bonn* Geologisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Nußallee 2.
- Bonn* Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
- Braunschweig* Mineralogisch-Geologisches Institut der T. H., (20b) Braunschweig, Mühlenpfordtstr. 307.
- Budapest* Bibliothek der Ungarischen Geologischen Anstalt, Budapest XIV, Stefania-ut 14, Vorosilov-ut, Ungarn.
- Clausthal-Zellerfeld* Gmelin-Institut für Anorganische Chemie und Grenzgebiete in der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (20b) Clausthal-Zellerfeld 1, Altenauerstr. 24.
- Debrecen* Mineralogisch-Geologisches Institut der Universität (A Debreceni Tudományegyetem, Asvány-és Földtani Intézet), Debrecen 10, Ungarn.
- Dresden* Staatliches Museum für Mineralogie und Geologie, (10a) Dresden.
- Dresden* Institut für Mineralogie und Geologie der T. H., (10a) Dresden A 27, Würzburger Str. 46.
- Erlangen* Mineralogisches Institut der Universität, (13a) Erlangen, Schloßgarten 5.

- Essen* Steinkohlenbergbauverein e. V., (22a) Essen, Friedrichstr. 2.
Essen Bergwerke Essen-Rossenray AG., (22a) Essen, Helenenstr. 110.
Essen „Glückauf“, Bergmännische Zeitschrift, (22a) Essen, Huyssenallee.
Frankfurt/M. Metallgesellschaft AG., Literarische Abteilung, (16) Frankfurt/M., Reuterweg 14.
Frankfurt/M. Mineralogisches Institut der Universität, (16) Frankfurt/M., Senckenberg-Anlage 30.
Freiburg i.Br. Badische Geologische Landesanstalt, (17b) Freiburg i. Br., Elsässerstr. 2.
Freiburg-Pérolles Mineralogisches Institut der Universität, Freiburg-Pérolles, Schweiz.
Göttingen Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (20b) Göttingen, Lotzestr. 16—18.
Göttingen Voigt & Hochgesang, Optisch-Mechanische Werkstätten, (20b) Göttingen, Roßdorfer Weg 18.
Göttingen R. Winkel GmbH., Optische Werke, (20b) Göttingen.
Goslar Preussag Zweigniederlassung Harzer Berg- und Hüttenwerke, (20b) Goslar/Harz.
Goslar Unterharzer Berg- und Hüttenwerke GmbH., (20b) Goslar/Harz.
Graz Landesmuseum „Joanneum“, Mineralogische Abteilung, Graz, Raubergasse 10, Österreich.
Greifswald Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (3b) Greifswald, Joliot-Curie-Block
Halle/Saale Mineralogisches Institut der Universität, (19a) Halle/Saale, Domplatz 1.
Hamburg Mineralogisches Institut der Universität, (24a) Hamburg 36, Esplanade 1c.
Hannover Bibliothek der Technischen Hochschule, (20a) Hannover, Am Welfengarten 1.
Hannover Mineralogisch-Geologisches Institut der T. H., (20a) Hannover, Am Welfengarten 1.
Heidelberg Universitätsbibliothek, (17a) Heidelberg.
Heidelberg Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität, (17a) Heidelberg, Hauptstr. 52.
Heidelberg Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (17a) Heidelberg, Hauptstr. 47—51.
Herne Bergwerksgesellschaft Hibernia AG., (21b) Herne.
Jena Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (15b) Jena, Sellierstr. 6.
Jena Fa. Ernst Abbé, Optische Werkstätten, Abteilung Bibliothek, (15b) Jena.
Jena Glaswerk Schott & Gen., (15b) Jena.
Karlsruhe Mineralogische Abteilung der Badischen Landessammlung für Naturkunde, (17a) Karlsruhe, Friedrichsplatz.
Kassel Deutsche Bundesbahn, Eisenbahndirektion Kassel, Gesteinsprüfstelle bei der DBB., (16) Kassel.
Köln Mineralogisches Institut der Universität, (22c) Köln, Zulpicher Str. 47.
Krefeld Amt für Bodenforschung, Landesstelle Nordrhein-Westfalen (Geologisches Landesamt), (22a) Krefeld, Westwall 124.
Lauf/Pegnitz Steatit-Magnesia AG., (13a) Lauf/Pegnitz, Am Steg 14.
Leoben Mineralogisch-Petrographisches Institut der Montanistischen Hochschule, Leoben, Österreich.
London Industrial Distributors (Sales) Limited, Diamond Research Department, The Joint London Secretaries, St. Andrew's House, 32—34 Holborn Viaduct, London E.C. 1, England.
Marburg Mineralogisches Institut der Universität, (16) Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
Marl Gewerkschaft Auguste Victoria, (21a) Marl Kr. Recklinghausen/Westf.
München Institut für allgemeine und angewandte Geologie und Mineralogie der Universität, (13b) München 2, Luisenstr. 37.
München Universitätsinstitut für Kristallographie und Mineralogie, (13b) München 2, Luisenstr. 37.
München Institut für Mineralogie der T. H., (13b) München 2, Arcisstr. 21.

<i>Münster</i>	Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (21a) Münster/Westf., Hüfferstr. 1.
<i>Oberhausen</i>	Gutehoffnungshütte, Sterkrade AG., (22a) Oberhausen.
<i>Oslo</i>	Mineralogisk-Geologisk-Museum der Universität, Oslo, Norwegen.
<i>Potsdam</i>	Pädagogische Hochschule, Abteilung Mineralogisch-Geologisches Institut, (2) Potsdam-Sanssouci, Alter Marstall.
<i>Regensburg</i>	Mineralogisch-Geologisches Institut der Hochschule, (13a) Regensburg, Dörnbergpalais.
<i>Rostock</i>	Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (3a) Rostock, Wismar'sche Str. 8.
<i>Trondheim</i>	Geologisk Institutt, Norges Tekniske Hogskole, Trondheim, Norwegen.
<i>Tübingen</i>	Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, (14b) Tübingen, Sigwartstr. 10.
<i>Tübingen</i>	Universitätsbibliothek, (14b) Tübingen, Wilhelmstr. 32.
<i>Turin</i>	Istituto di Mineralogia dell'Università, Via Massimo 24, Torino, Italien.
<i>Uppsala</i>	Universitet Mineralogisk-Geologiska Institutionen, Erikstarg 3, Uppsala, Schweden.
<i>Wetzlar</i>	Hessische Berg- und Hüttenwerke AG., (16) Wetzlar.
<i>Wetzlar</i>	Fa. Ernst Leitz GmbH., Optische Werke, Bücherei, (16) Wetzlar.
<i>Wien</i>	Dokumentationszentrum der Technik, Wien IV, Karlsplatz 13, Österreich.
<i>Wiesbaden</i>	Fa. Dyckerhoff Portlandzementwerke AG., (16) Wiesbaden-Biebrich.
<i>Wiesbaden</i>	Hessisches Landesamt für Bodenforschung, (16) Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
<i>Würzburg</i>	Max-Planck-Institut für Silikatforschung, (13a) Würzburg, Neunerplatz 2.
<i>Würzburg</i>	Mineralogisches Institut der Universität, (13a) Würzburg, Pleichertorstr. 34.
<i>Zürich</i>	Mineralogisch-Petrographisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich VI, Sonneggstr. 5, Schweiz.

Austauschmitglieder

<i>Helsinki</i>	Suomalainen Tiedeakatemia, Academia Scientiarum Fennicae, Bibliothek, Snellmanink 9—11, Helsinki, Finnland.
<i>Lublin</i>	Maria-Curie-Sklodowska-Universität, Publications Office, Plac Stalina 5, Lublin, Polen.
<i>Oslo</i>	The Librarian, The Faculty of Mathematics and Science, University of Oslo, Blindern pr. Oslo, Norwegen.
<i>Roßdorf</i>	Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie, (16) Roßdorf bei Darmstadt, Hintergasse 9.
<i>Warschau</i>	Redakcja „Acta Geologica Polonica“ & „Palaeontologia Polonica“ Palac Staszica, Nowy Swiat 72, Pokoj 302, Warszawa, Poland.
<i>Washington</i>	US. Department of the Interior, Geological Survey 18, Washington 25, D.C., USA.



Neues Jahrbuch für Mineralogie · Monatshefte

(seither Neues Jahrbuch Mineralogie, Geologie und Paläontologie,
Monatshefte Abt. A: Kristallographie, Mineralogie, Gesteinskunde)

Herausgegeben von

Prof. Dr. H. O'Daniel

Mineralogisches Institut
der Universität Frankfurt a. M.

Prof. Dr. K. H. Scheumann

Mineralogisches Institut
der Universität Bonn

Prof. Dr. H. Schneiderhöhn

Mineralogisches Institut
der Universität Freiburg i. Br.

Von den Monatsheften des „Neuen Jahrbuchs für Mineralogie“ erscheinen jährlich 12 Hefte. Es werden darin kleinere Originalarbeiten, Nachrichten über Tagungen, Personalien und Buchbesprechungen gebracht, und zwar aus folgenden Gebieten:

**Kristallographie und Mineralogie, Gesteinskunde,
technische Mineralogie, Geochemie und Lagerstättenkunde**

Juni 1955

REPERTORIUM

zum

**Neuen Jahrbuch und Zentralblatt für
Mineralogie, Geologie und Paläontologie**

für die Jahrgänge 1941—1949 sowie für die Beilagebände (Abhandlungen)
77—79 der Abteilung A, 85—90 der Abteilung B und Sonderband III

Bearbeitet von **Dr.-Ing. Walther Fischer**

Es gelangt in 2 Bänden zur Ausgabe:

Band I: Personenverzeichnis, Band II: Sachverzeichnis

Das Repertorium ist für die Benutzer des „Neuen Jahrbuchs“ und „Zentralblatts“ sehr wertvoll und zweckdienlich. Sind doch im *Personenverzeichnis* die Titel aller für den Zeitraum von 9 Jahren im „Neuen Jahrbuch“ und „Zentralblatt“ erschienenen bzw. referierten Arbeiten, alphabetisch nach Verfassern geordnet, enthalten. Im *Sachverzeichnis* ist stichwortartig auf die betreffenden Arbeiten und Referate verwiesen.

Das *Personenverzeichnis* umfaßt IV, 922 S., Format 23,5 × 15 cm.

Lieferung 1: 480 Seiten. Preis DM 98.—.

Lieferung 2 (Schlußlieferung): IV, 442 Seiten. Preis DM 92.—.

Das *Sachverzeichnis* erscheint voraussichtlich im Frühjahr 1956.

Das Steinkohlengebirge südlich Essen

Ein geologischer Führer

von

DR. R. TEICHMÜLLER, KREFELD

Amt für Bodenforschung

16 Seiten, Format 10 × 21 cm. Mit 28 Abbildungen und 2 losen Beilagen
(Profiltafel und Geologische Karte). 1955. — Geheftet DM 2.—

„Der kleine geologische Führer behandelt mit knappem, aber inhaltsreichem Text das Gebiet zwischen Essen und Velbert, d. h. einen Ausschnitt des Ruhrkarbons mit dem südlich anschließenden Rand des Rheinischen Schiefergebirges (Mittel- und Oberdevon). Vorbildlich ist die Anlage des Heftchens: auf der linken Seite klare und übersichtliche Skizzen der wichtigsten Aufschlüsse und Profile, rechts der Text, wobei die einzelnen Aufschlüsse nummeriert sind; dadurch ist sofort ein Vergleich mit den Abbildungen, aber auch die Lagebestimmung auf einem Übersichtskärtchen möglich. Beigefügt sind eine Karte des enggefalteten Steinkohlengebirges (dargestellt an der Karbonoberfläche) südlich Essen (verkleinerter Ausschnitt der Karte 1 : 10 000 des Amtes für Bodenforschung, Hannover 1955) und eine Profiltafel dazu, beides bearbeitet durch R. TEICHMÜLLER und P. MICHAELAU. Der preiswerte Führer wird den Fachgeologen ebenso wie den geologisch interessierten Wanderern eine zuverlässige Hilfe bei Exkursionen sein.“

M. SCHWARZBACH in Neues Jb. Geol. Paläontol., Mh. 4/5, 1955.

Die Lochkartenverfahren

*in Forschung und Dokumentation
mit besonderer Berücksichtigung der Biologie*

von

Dr. MARTIN SCHEELE

Limnologische Flußstation Freudenthal

Außenstelle der Hydrobiologischen Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft

VIII, 114 Seiten. Buchgröße 25 × 17,5 cm. Mit 32 Abbildungen

1954. In Leinen-Einband DM 12,80

Jeder biologisch orientierte Wissenschaftler, ob Mediziner, Zoologe, Botaniker oder Limnologe, sollte sich ernstlich mit der Anwendung der Lochkartenverfahren auf seinem Arbeits- und Forschungsgebiet befassen. Er wird in diesen Methoden vermutlich sehr bald eine beachtliche Hilfe und Entlastung bei seiner Arbeit finden.

Schon das Vorwort und das Inhaltsverzeichnis des SCHEELESchen Buches dürften zeigen, daß es lohnend ist, sich mit diesen Fragen zu beschäftigen. Das Buch hat aber auch über den Bereich der Biologie hinaus für *alle* Interesse, die geistig tätig sind, einerlei, auf welchen Gebieten es sei und ob die *Forschung* oder die *Dokumentation* (z. B. bei Bibliothekaren) mehr im Vordergrund steht.

Ein ausführlicher Prospekt mit Inhaltsangabe steht auf Verlangen gerne zur Verfügung.